RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ANDRA
Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs

Décembre 2022

DOSSIER D'AUTORISATION DE CRÉATION DE L'INSTALLATION NUCLÉAIRE DE BASE (INB) CIGÉO

PIÈCE 7

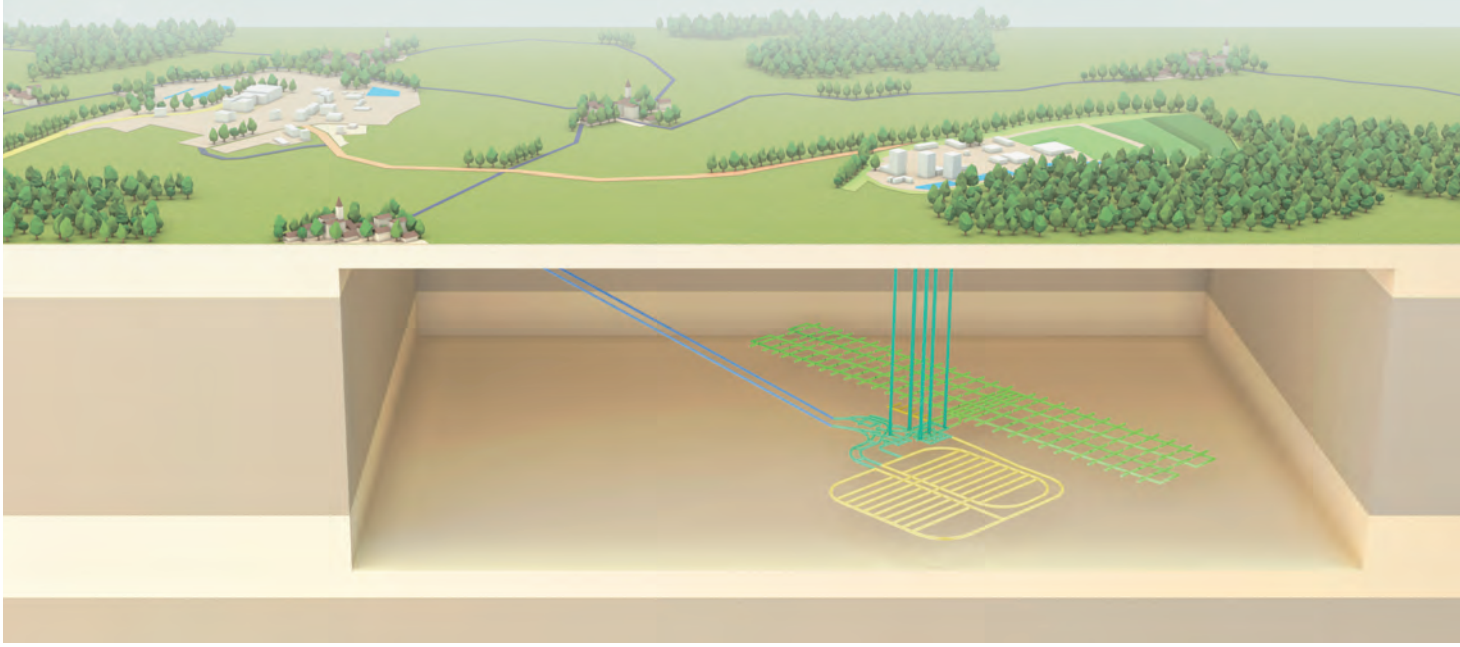
Version préliminaire du rapport de sûreté

PARTIE II

Description de l'INB,
de son environnement et de son fonctionnement
et évolution du système de stockage après fermeture

Volume 5

Les installations, ouvrages et équipements



Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo

Pièce 7 : Version préliminaire du rapport de sûreté
Partie II : Description de l'INB, de son environnement et de son fonctionnement et évolution du système de stockage après fermeture
Volume 5 : Les installations, ouvrages et équipements

CG-TE-D-NTE-AMOA-SR0-0000-21-0007/A

Sommaire

1. L'INB et son déploiement 11

1.1 Présentation générale de l'installation nucléaire de base 12

1.1.1 L'INB Cigéo 12
1.1.2 Les installations et ouvrages de l'INB déployés de manière progressive 14
1.1.3 Les capacités de stockage dans les ouvrages souterrains de l'INB 16
1.1.4 Les activités, installations, ouvrages, travaux dans le périmètre de l'INB 16

1.2 Présentation des installations de l'INB en surface 36

1.2.1 Les installations de l'INB en zone descenderie 36
1.2.2 Les installations de l'INB en zone puits 40
1.2.3 Les infrastructures fluides et utilités 43
1.2.4 Les infrastructures électriques 43

1.3 Présentation des ouvrages souterrains 44

1.3.1 Les ouvrages de liaisons surface-fond 45
1.3.2 Les zones de soutien logistique 47
1.3.3 Les quartiers de stockage 49

1.4 Les dispositions principales de construction initiale 56

1.4.1 Le déploiement des installations temporaires de chantier 57
1.4.2 Les installations de chantier spécifiques 57
1.4.3 Le creusement des liaisons surface-fond 58
1.4.4 La gestion des matériaux excavés de la zone « puits travaux et verses » de la zone puits 59
1.4.5 Les ouvrages de protection des remontées de nappes phréatiques 60

1.5 Les tranches postérieures à la construction initiale 60

1.5.1 Les installations de surface 60
1.5.2 Ouvrages souterrains 61
1.5.3 Le déploiement 64
1.5.4 La gestion des matériaux excavés 64

2. Le fonctionnement de l'INB 65

2.1 Les opérations du process nucléaire de stockage 66

2.1.1 La présentation générale des opérations 66
2.1.2 La réception des convois ferroviaires et routiers 73
2.1.3 Le transfert des wagons (ou des camions) vers le bâtiment nucléaire EP1 75
2.1.4 Les contrôles des colis 75
2.1.5 Le déchargement des wagons (ou camions) 77
2.1.6 La configuration des emballages de transport (ET) 78
2.1.7 La prise en charge des colis de déchets 80

2.2 Les opérations de retrait en exploitation 104

2.2.1 Le retrait d'un colis de stockage MA-VL non contaminé, remonté à la surface 104
2.2.2 Le retrait de colis de stockage MA-VL non contaminés transférés dans un autre alvéole MA-VL 106
2.2.3 Le retrait d'un colis de stockage HA non contaminé remonté à la surface 107
2.2.4 Le retrait de colis de stockage HA non contaminés transférés dans un autre alvéole HA 108

3. Les hottes de transfert des colis 111

3.1 Les fonctions d'exploitation 112

3.1.1 Les hottes de transfert MA-VL 112
3.1.2 Les hottes de transfert HA 112
3.2 Les principes de conception et description 113
3.2.1 Les hottes de transfert MA-VL 113
3.2.2 Les hottes de transfert HA 120
3.3 Le fonctionnement 128
3.3.1 Les hottes de transfert MA-VL 128
3.3.2 Hottes de transfert HA 130

4. Les installations de la zone descenderie 133
4.1 Le bâtiment nucléaire de surface EP1 134
4.1.1 Les fonctions d'exploitation 134
4.1.2 La description du bâtiment nucléaire de surface 135
4.1.3 Le transfert des convois sur l'INB et déchargement des wagons 148
4.1.4 Le déchargement des colis primaires et préparation des colis de stockage 188
4.1.5 L'approvisionnement des conteneurs, paniers et plateaux 223
4.1.6 La distribution des colis de stockage entre les zones tampon et les locaux de process 234
4.1.7 La fermeture des colis de stockage MA-VL 248
4.1.8 La fermeture des colis de stockage HA 266
4.1.9 La réouverture de colis de stockage MA-VL 298
4.1.10 La réouverture de colis de stockage HA 310
4.1.11 La mise en hotte des colis de stockage MA-VL 320
4.1.12 La mise en hotte des colis de stockage HA 335
4.1.13 Le contrôle des colis hors flux 348
4.1.14 Le transfert des hottes en surface 360
4.1.15 Les supports au process 374
4.1.16 L'infrastructure des ouvrages 398
4.2 La tête de descenderie colis 403
4.2.1 Les fonctions d'exploitation 403
4.2.2 La description du bâtiment de tête de descenderie 403
4.2.3 La description des locaux de la tête de descenderie 407
4.2.4 Le fonctionnement de la tête de descenderie 418
4.2.5 L'infrastructure des ouvrages 421
4.3 Le terminal ferroviaire nucléaire 421
4.3.1 Les fonctions d'exploitation 422
4.3.2 Les principes de conception et description 422
4.3.3 Le fonctionnement, les principes d'exploitation 425
4.4 Les autres ouvrages nucléaires 427
4.4.1 L'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal ETH 427
4.4.2 Le bâtiment nucléaire de surface EP2 443

5. La descenderie colis et les galeries de liaison 453
5.1 Les fonctions d'exploitation 454
5.2 Les principes de conception et la description 455
5.2.1 La présentation générale 455
5.2.2 Le principe de fonctionnement du funiculaire 456
5.2.3 Les installations 457
5.2.4 Les ouvrages et fonctions connexes 465
5.2.5 Les équipements 469
5.3 Le fonctionnement 484

5.3.2 Le fonctionnement du funiculaire 485
5.3.3 Le fonctionnement des chariots de transfert fond 488

6. L'installation nucléaire au fond : le stockage des colis MA-VL 491

6.1 Le quartier de stockage MA-VL 492
6.1.1 Les fonctions d'exploitation 492
6.1.2 La description de la zone de stockage MA-VL 493
6.1.3 Le fonctionnement de la zone de stockage MA-VL 503

6.2 Les alvéoles MA-VL en fonctionnement 505
6.2.1 Les fonctions d'exploitation 506
6.2.2 Les principes de conception et description 506
6.2.3 Le fonctionnement 517
6.2.4 Le maintien de l'alvéole en exploitation 523
6.2.5 Les opérations de fermeture de l'alvéole MA-VL 523

7. L'installation nucléaire au fond : le stockage des colis HA 525

7.1 Le quartier pilote HA 526
7.1.1 Les fonctions d'exploitation 526
7.1.2 Les principes de conception et description 527
7.1.3 Le fonctionnement 547
7.1.4 Le maintien de l'alvéole en exploitation 557
7.1.5 L'opération de fermeture de l'alvéole HA 559

7.2 Le quartier de stockage HA 560
7.2.1 Les fonctions d'exploitation 560
7.2.2 Les principes de conception et description 560

8. Les installations de surface en soutien au fonctionnement 565

8.1 La tête de la descenderie de service 566
8.1.1 Les fonctions d'exploitation 566
8.1.2 Les principes de conception et description 567
8.1.3 Le fonctionnement 569

8.2 Les émergences du puits de ventilation air frais exploitation (VFE) 569
8.2.1 Les fonctions d'exploitation 570
8.2.2 Les principes de conception et description 570

8.3 Les émergences du puits ventilation air vicié exploitation (VVE) 574
8.3.1 Les fonctions d'exploitation 575
8.3.2 Les principes de conception et description 575

8.4 Les bâtiments dédiés aux fonctions sûreté/sécurité/environnement 579
8.4.1 Les fonctions d'exploitation 579
8.4.2 Le principe de conception et description 580

8.5 Les ouvrages du réseau de lutte contre l'incendie 583
8.5.1 Les fonctions d'exploitation 583
8.5.2 Les principes de conception et description 584

8.6 Les centrales de secours 585
8.6.1 Les fonctions d'exploitation 586
8.6.2 Les principes de conception et description 586
8.6.3 Le fonctionnement 586

8.7 L'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe phréatique 587

8.7.1 Les fonctions d'exploitation 587
8.7.2 Le principe de conception et description 587
8.8 Les ouvrages de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnels 587
8.8.1 Les fonctions d'exploitation 590
8.8.2 Les principes de conception et description 590
8.9 La gestion des argilites du Callovo-Oxfordien excavé 602
8.9.1 Les fonctions d'exploitation 602
8.9.2 Les principes de conception et la description 603
8.10 Les ateliers de maintenance 607
8.10.1 Les fonctions d'exploitation 608
8.10.2 Les principes de conception et description 608

9. Les liaisons surface-fond de service 611
9.1 Les puits pour l'exploitation 612
9.1.1 La fonction d'exploitation 613
9.1.2 Le principe de conception et description 613
9.1.3 Le fonctionnement 623
9.2 Les puits pour les travaux 625
9.2.1 Les fonctions d'exploitation 626
9.2.2 Les principes de conception et la description 627
9.2.3 Le fonctionnement 629
9.3 La descenderie de service 632
9.3.1 Les fonctions d'exploitation 632
9.3.2 Le principe de conception et la description 633
9.3.3 Le fonctionnement 642

10. Les zones de soutien logistiques 645
10.1 L'installation nucléaire : la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) 646
10.1.1 Les fonctions d'exploitation 647
10.1.2 Le principe de conception et description 647
10.1.3 Le fonctionnement 656
10.2 Installation non nucléaire : la zone de soutien logistique travaux (ZSLT) 659
10.2.1 Les fonctions travaux 659
10.2.2 Le principe de conception et la description 660

11. Les systèmes supports 667
11.1 Le système d'information industriel 668
11.1.1 Les principes généraux de conception 668
11.1.2 L'infrastructure et architecture 670
11.2 Les systèmes courants faibles industriels (CFI) 673
11.2.1 La description des ensembles fonctionnels 673
11.2.2 L'ensemble fonctionnel administration (ADM) 676
11.2.3 L'ensemble fonctionnel gestion des matières nucléaires (GMN) 676
11.2.4 L'ensemble fonctionnel système de sécurité des personnes (SSP) 677
11.2.5 L'ensemble fonctionnel voix, données et images (VDI) 677
11.2.6 L'ensemble fonctionnel gestion technique du bâtiment (GTB) 678
11.2.7 L'ensemble fonctionnel gestion technique centralisée (GTC) 679
11.2.8 L'ensemble fonctionnel gestion technique électrique (GTE) 680
11.2.9 L'ensemble fonctionnel radioprotection (RP) 681
11.2.10 L'ensemble fonctionnel système de sécurité incendie (SSI) 683

11.2.11 L'ensemble fonctionnel ventilation nucléaire (VN) 684
11.2.12 L'ensemble fonctionnel observation surveillance (OS) 685
11.2.13 L'ensemble fonctionnel surveillance de l'environnement (SE) 686
11.2.14 L'ensemble fonctionnel maintien en condition opérationnelle (MCO) 686
11.2.15 L'ensemble fonctionnel contrôle commande du process nucléaire (CC) 686
11.3 La gestion de l'alimentation électrique 694
11.3.1 Les objectifs de la gestion de l'alimentation électrique 694
11.3.2 Les principes de la distribution électrique 694
11.3.3 La distribution secourue 698
11.3.4 Les sources sans interruption 698
11.4 La ventilation nucléaire 698
11.4.1 La ventilation des installations du process nucléaire de surface de la zone descenderie 699
11.4.2 La ventilation de l'installation souterraine 705
11.4.3 La surveillance de la ventilation 724
11.5 Les dispositions générales de sécurité incendie 725
11.5.1 Le principe général 725
11.5.2 Le zonage sécurité incendie (SSI) 725
11.5.3 Le système de détection incendie 726
11.5.4 La gestion de l'alarme évacuation 726
11.5.5 Le centralisateur de mise en sécurité incendie 726
11.5.6 L'asservissement sur le process en cas de déclenchement d'une alarme feu 727
11.5.7 Les systèmes fixes d'extinction 727
11.5.8 L'exploitation et surveillance du système sécurité incendie 727
11.5.9 Les autres dispositifs utilisés pour l'exploitation du système de sécurité incendie 728
11.5.10 Les rôles du poste central de sécurité en cas de déclenchement d'une alarme feu 728
11.5.11 Le fonctionnement en mode dégradé 729
11.6 Les fluides (eau, air comprimé, etc.) 729
11.6.1 Le réseau eaux d'exhaure 729
11.6.2 La distribution de l'eau chaude et de l'eau glacée 731
11.6.3 La production et distribution d'air comprimé 734
11.6.4 La production et la distribution d'azote pour le balayage de l'atmosphère des alvéoles HA 737

12. La gestion des rejets liquides et gazeux 739
12.1 Les moyens de gestion des effluents liquides 740
12.1.1 Les moyens de gestion des effluents liquides non conventionnels 740
12.1.2 Les moyens de gestion des eaux et effluents liquides conventionnels 740
12.2 Les moyens de gestion des rejets gazeux 743
12.2.1 Les rejets atmosphériques radioactifs 743
12.2.2 Les rejets atmosphériques conventionnels 748

13. La gestion des déchets induits 749
13.1 Les principes généraux de gestion des déchets induits 750
13.1.1 Les locaux recueillant les déchets induits 750
13.1.2 Le zonage déchets 750
13.2 Les moyens de gestion des déchets induits conventionnels 753
13.2.1 Les déchets induits conventionnels produits dans l'installation souterraine 753
13.2.2 Les déchets induits conventionnels produits dans les zones de surface 756

13.2.3 Les moyens de manutention et de transport pour la gestion des déchets induits conventionnels 757
13.3 Les moyens de gestion des déchets radioactifs induits 759
13.3.1 La présentation des déchets radioactifs induits 759
13.3.2 La gestion des déchets radioactifs induits produits dans l'installation souterraine 759
13.3.3 La gestion des déchets radioactifs induits dans le bâtiment nucléaire de surface 761
13.3.4 Les filières des déchets induits 763

14. Les transports internes 765
14.1 La réglementation spécifique à l'INB 766
14.2 Les substances radioactives 766
14.2.1 La réception des colis de déchets radioactifs 766
14.2.2 La gestion des déchets radioactifs induits 767
14.3 Les autres substances dangereuses 769
14.3.1 La nature des substances dangereuses 769
14.3.2 La gestion des déchets conventionnels 769

15. Les dispositions de conception spécifiques liées à l'arrêt, au démantèlement, à la fermeture et à la surveillance de l'installation 771
15.1 Les dispositions prises en vue du démantèlement 772
15.1.1 Les dispositions de protection contre la contamination 772
15.1.2 Les dispositions de protections contre l'activation neutronique 772
15.1.3 Les dispositions associées aux systèmes supports 773
15.1.4 Les dispositions associées aux cellules de manutention des alvéoles MA-VL 773
15.2 Les dispositions prises en vue de la fermeture 774
15.2.1 Les dispositions générales 774
15.2.2 Les démonstrateurs de fermeture 774
15.2.3 Les dispositions prises en vue de la fermeture des ouvrages souterrains 775
15.2.4 Les dispositions prises vis-à-vis des déblais et leurs mises en verses 775
15.2.5 Les dispositions de surveillance prises pour la fermeture 776
15.3 Les dispositions prises en vue de la surveillance après fermeture 776

16. La fermeture définitive de l'installation 777
16.1 Les opérations associées à la fermeture définitive de l'installation 778
16.2 Les remblais 779
16.3 Les scellements 781
16.3.1 Les scellements des liaisons surface-fond 784
16.3.2 Les scellements de fond 785

Tables des illustrations 789

Références bibliographiques 811

Préambule

Le présent volume de la version préliminaire du rapport de sûreté répond à la section 2 du chapitre 1er du Titre IV initulée « Description générale de l'INB et principaux choix de conception » de l'annexe à l'arrêté du 11 janvier 2016 portant homologation de la décision du 17 novembre 2015 n° 2015-DC-0532 relative au rapport de sûreté des installations nucléaires de base (2). et plus particulièrement à ses articles 4.1.3 et 4.1.4. En particulier, ce volume décrit les installations, ouvrages, équipements, ensembles fonctionnels ainsi que leur agencement au sein de l'installation nucléaire de base (INB).

Il présente les procédés de manutention des colis de déchets radioactifs mis en œuvre ; les substances, radioactives ou dangereuses contenues dans ces colis faisant l'objet du volume 3 du présent rapport.

Il présente également les déchets et effluents produits et entreposés susceptibles de créer un risque d'incident ou d'accident.

Le premier chapitre donne une vision globale des constituants de l'INB en surface et en souterrain. Les chapitres suivants sont dédiés à chaque grand ouvrages (ex : bâtiment nucléaire de surface EP1, liaisons surface-fond, quartiers et alvéoles de stockage…).

Le deuxième chapitre présente le fonctionnement de l'exploitation nucléaire de l'INB et en particulier les opérations qui seront réalisées dans l'INB.

Les chapitres suivants décrivent les opérations menées sur les colis reçus sur l'INB et les ouvrages au sein desquels elles se déroulent :

- les chapitres 3 à 5 du présent volume décrivent ainsi la chaîne cinématique de prise en charge des colis primaires depuis leur arrivée sur le terminal ferroviaire nucléaire jusqu'à leur présentation dans leurs quartiers de stockage, en passant par leur transformation en colis de stockage (avec éventuelle mise en contenue, leur mise en hotte, le chargement de la hotte sur le funiculaire pour le trajet en descenderie colis, enfin la prise en charge de la hotte et son acheminement, *via l*es galeries de liaison, jusqu'aux quartiers de stockage ;
- les chapitres 6 et 7 du présent volume présentent les quartiers et ouvrages de stockage HA et MA-VL, y compris le process de stockage utilisé pour disposer les colis de stockage dans leur emplacement définitif en alvéole ;
- les chapitres 8 et 9 du présent volume présentent les installations de soutien au process nucléaire, en surface puis au fond ;
- les chapitres 11 à 13 du présent volume présentent les réseaux, les dispositifs de gestion des effluents et des déchets induits ;
- le chapitre 15 du présent volume présente les opérations de démantèlement ;
- le chapitre 16 du présent volume présente les ouvrages de fermeture.

En réponse à l'article 3.1.6[1] de l'arrêté du 11 janvier 2016 portant homologation de la décision n° 2015-DC-0532 (1) et l'article R. 593-16[2] du code de l'environnement, il précise d'une part les mesures prises dès la conception en vue du démantèlement des installations/équipements puis la fermeture et la surveillance après-fermeture des ouvrages souterrains (les modalités faisant l'objet du plan de démantèlement et de fermeture citée en référence et d'autre part les éventuelles dispositions

[1] Selon l'article 3.1.6 de l'arrêté du 11 janvier 2016 portant homologation de la décision n° 2015-DC-0532, la présente version préliminaire du rapport de sûreté « *décrit les dispositions retenues à la conception pour prendre en compte l'arrêt définitif et le démantèlement de l'INB ainsi que, le cas échéant, l'arrêt définitif et le passage en phase de surveillance* ».

[2] Selon l'article R 593-16 ; la présente version préliminaire du rapport de sûreté *« mentionné au 7° du I décrit et justifie les dispositions prévues pour assurer le caractère réversible du stockage ainsi que le prescrit l'article L. 542-10-1 ».*

conservatoires prises dès la construction initiale vis-à-vis de l'adaptabilité et de la récupérabilité (dont le détail est présenté respectivement dans les volumes 12 et 13 du présent rapport).

» NOTE IMPORTANTE

Les dimensions, masses et autres grandeurs affichées, dans ce volume 5, ne constituent pas, sauf mention contraire, des « exigences définies » au sens de l'article 1.3 du Titre 1 de l'arrêté INB du 7 février 2012 (2), mais sont fournies à titre illustratif.

Les équipements importants pour la protection (EIP) sont présentés dans le volume 9 du présent rapport.

1

L'INB et son déploiement

1.1 Présentation générale de l'installation nucléaire de base 12
1.2 Présentation des installations de l'INB en surface 36
1.3 Présentation des ouvrages souterrains 44
1.4 Les dispositions principales de construction initiale 56
1.5 Les tranches postérieures à la construction initiale 60

1.1 Présentation générale de l'installation nucléaire de base

Les pièces 2, 3, 4 et 5 (3-6) ainsi que le chapitre 2.5 du volume 1 du présent rapport restituent le périmètre physique et l'organisation spatiale de l'INB Cigéo.

À l'intérieur des limites du site d'implantation de l'INB Cigéo, certaines installations, certains ouvrages, certains équipements relèvent du périmètre de l'INB comme indiqué dans le chapitre 2.5 du volume 1 du présent rapport. Le périmètre de l'INB est présenté dans la pièce 4 « Plans de situation au 1/10 000e indiquant le périmètre proposé » (4).

Les autres installations et équipements situés en dehors du périmètre de l'INB, font l'objet :

- d'une présentation dans le dernier chapitre du volume 4 du présent rapport ;
- d'une analyse des risques liés aux agressions externes (identification d'éventuels agresseurs de l'INB) présentée dans le volume 9 du présent rapport.

Il est à noter que ce volume présente le fonctionnement normal de l'INB. A l'exception du bâtiment nucléaire de surface EP1 (Cf. chapitre 4.1), la description du mode de fonctionnement dégradé et celle des situations de blocage sont détaillées dans le volume 9 du présent rapport.

1.1.1 L'INB Cigéo

L'INB Cigéo comprend une partie des installations en surface au sein des zones descenderie et puits ainsi que l'installation souterraine. Le périmètre tridimensionnel de l'INB illustré sur la figure 1-1 ci-après, est continu et connexe.

En surface, le périmètre de l'INB est discontinu. Il est composé à ce stade :

- du terminal ferroviaire dit « nucléaire » (TFN) permettant de recevoir les convois acheminant les colis de déchets ;
- du bâtiment nucléaire de surface EP1 dédié à la prise en charge, au contrôle des cols primaires, à la préparation et la fermeture des colis de stockage et la mise en hotte pour transit puis stockage dans l'installation souterraine ;
- des émergences des liaisons surface-fond (bâtiments têtes de descenderies et têtes de puits) ;
- de l'ensemble des ouvrages souterrains qu'ils soient dans la partie nucléaire « en exploitation » ou dans la partie non nucléaire « en travaux ». Le périmètre intègre en souterrain une marge de 30 mètres autour des descenderies et des puits et toute l'épaisseur du bloc de Callovo-Oxfordien caractérisé lors de la phase dite de « recherche approfondie » (cf. Volume 4 du présent rapport) ;
- des ouvrages et équipements dédiés à la gestion des eaux et au traitement des effluents liquides conventionnels dans la zone descenderie et la zone puits (en fonctionnement normal ou en cas d'événements incidentels ou accidentels) :
  - ✓ les stations de traitement des eaux usées ou les unités de traitement ;
  - ✓ les bassins quantitatifs et qualitatifs de gestion des eaux pluviales ;
  - ✓ tous les équipements tels que réseaux, regards, réservoirs, etc. nécessaires à la gestion de ces eaux ;
- de la zone de gestion des argilites excavées (mise en verses) située sur la zone puits ;
- des dispositifs de secours utilisés en situation accidentelle et incidentelle de perte d'alimentation électrique.

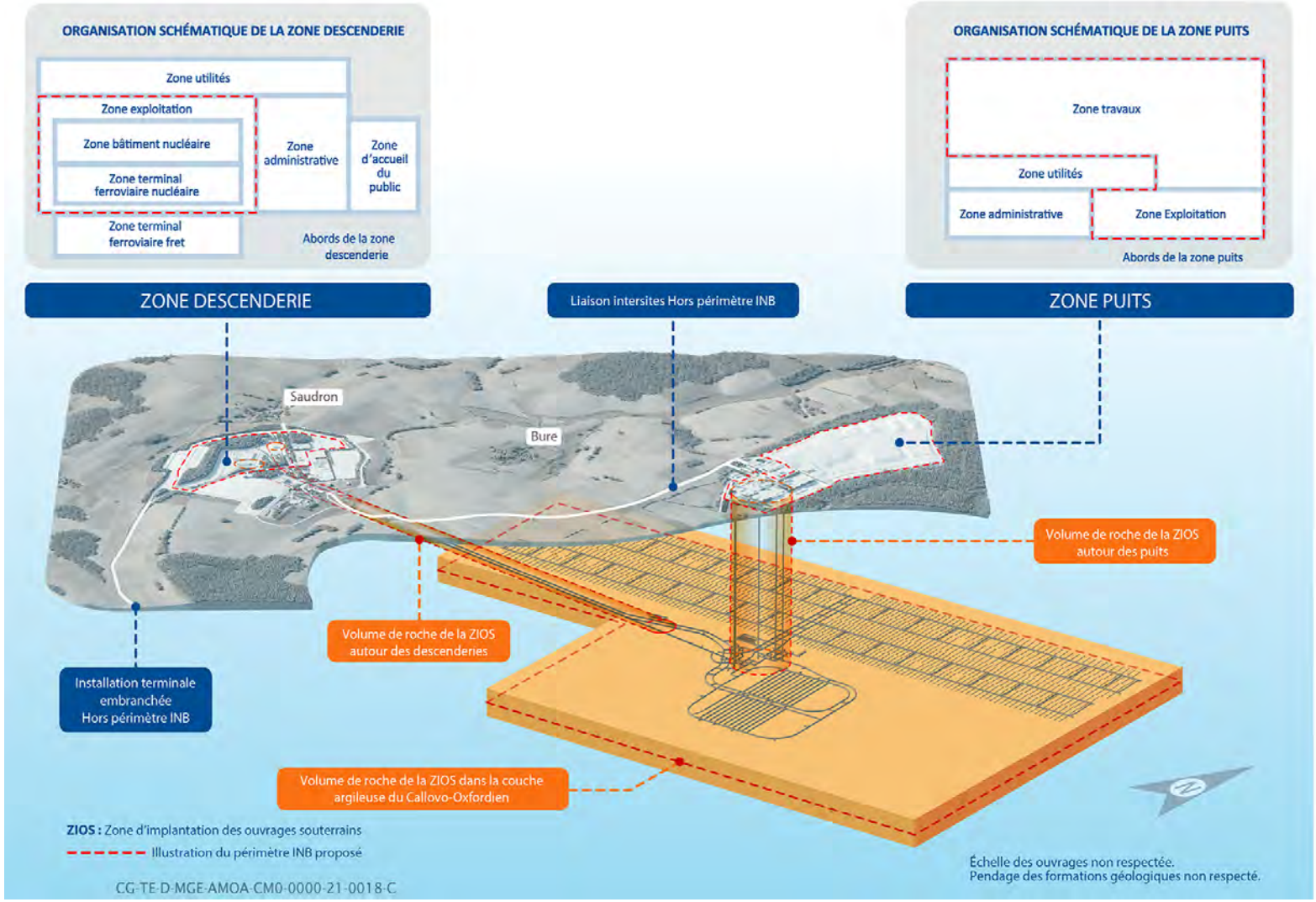


Figure 1-1 Illustration du périmètre de l'INB Cigéo

Le périmètre de l'INB ne comprend pas :

- la liaison intersites et l'installation terminale embranchée qui (i) n'accueillent aucune opération nucléaire et (ii) ne sont pas nécessaires à l'exploitation de l'INB ;
- le terminal ferroviaire fret et les postes de transformation et de distribution électrique.

1.1.2 Les installations et ouvrages de l'INB déployés de manière progressive

Comme présenté au volume 1 du présent rapport, la construction et l'exploitation des installations et ouvrages de l'INB, suit un déploiement progressif en particulier pendant sa phase de fonctionnement. En effet, ce déploiement est décomposé en tranches[3] :

- la tranche 1 (T1) construite lors de la phase de construction initiale ;
- suivie de la construction de tranches ultérieures (TU) pendant la phase de fonctionnement.

Les travaux relatifs à la construction initiale des bâtiments, ouvrages et équipements des installations de surface et de l'installation souterraine visent l'exploitation du quartier pilote HA et des quatre premiers alvéoles MA-VL une fois la mise en service de l'INB Cigéo autorisée par l'Autorité nucléaire de sûreté (ASN) dans le cadre de la phase industrielle pilote (Phipil). La T1 comprend ainsi la construction du bâtiment nucléaire de surface dénommé « exploitation phase 1 » (EP1) dédié à la prise en charge des colis MA-VL et des colis du quartier pilote HA (cf. Volume 3 du présent rapport).

Le périmètre de l'INB sera étendu ultérieurement si nécessaire pour permettre la construction du bâtiment nucléaire de surface dénommé EP2. Ce bâtiment est tout de même présenté dans la suite de ce volume sans entrer dans le détail de sa description et de sa conception.

Toutes les opérations nécessaires au bon démarrage de l'INB Cigéo et à la montée en régime de l'exploitation (essais, démonstrateurs, exploitation, surveillance) sont menées dans les ouvrages de la tranche 1, pendant la phase industrielle pilote. Ces ouvrages sont les premiers à être mis en service pour la réception et le stockage de colis. Les liaisons surface-fond ou les zones de soutien logistique (exploitation et travaux), construites en tranche 1, sont utilisées sur toute la durée de l'exploitation de l'INB.

NB : À noter que les opérations de construction initiale se déroulent aussi pendant la phase industrielle pilote.

Pour le déploiement des tranches ultérieures pendant la centaine d'années prévue pour l'exploitation de l'INB, l'installation souterraine se développe progressivement pour permettre le stockage de la totalité des colis de déchets reçus.

La Figure 1-2 présente les principes de déploiement de l'INB.

[3] Une « tranche » d'ouvrage est un ensemble de bâtiments, d'équipements et d'ouvrages, en surface et en souterrain, construits dans une même séquence de contrats de travaux, en engageant une partie de l'investissement total.

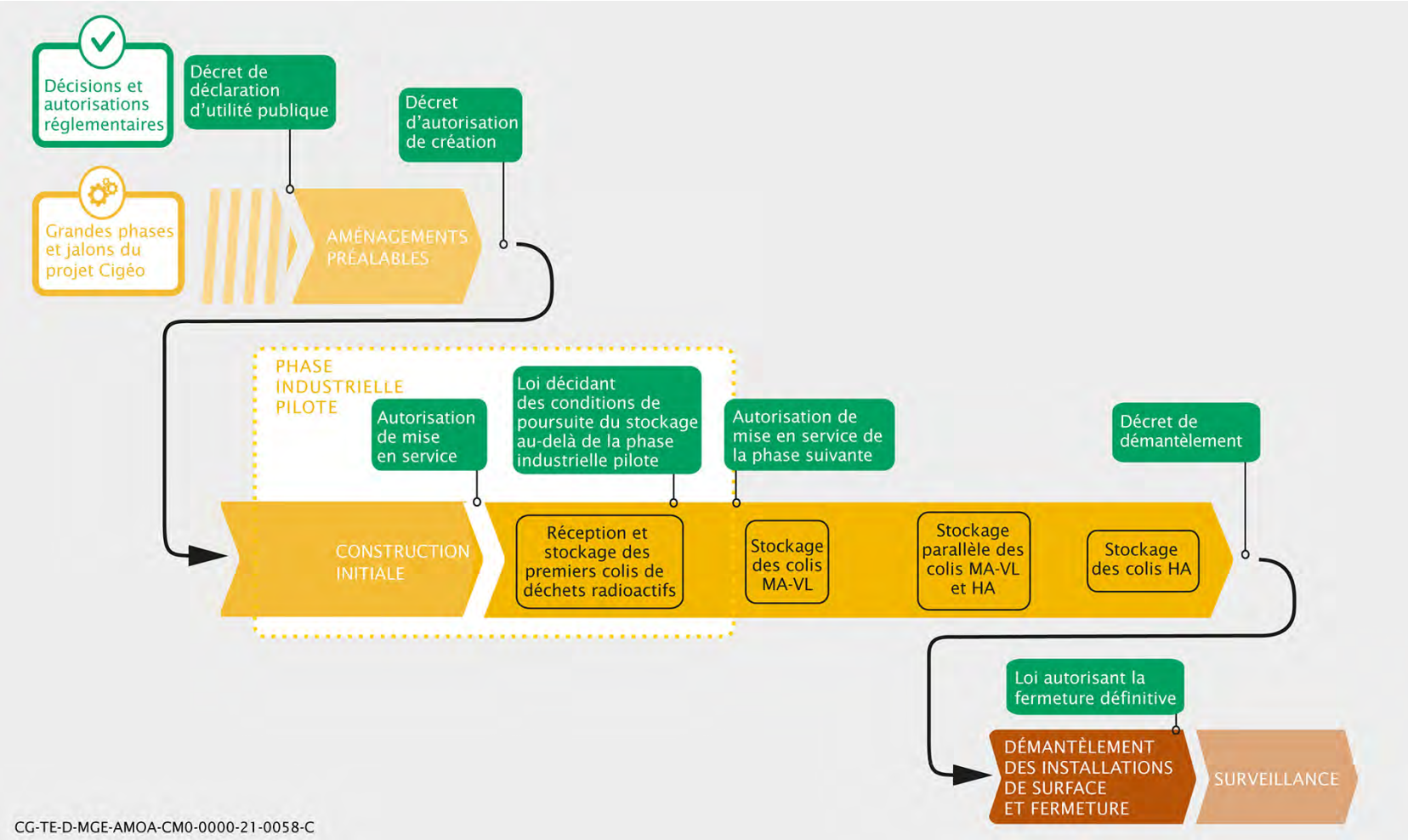


Figure 1-2 Schéma de principe du déploiement de l'INB Cigéo

1.1.3 Les capacités de stockage dans les ouvrages souterrains de l'INB

La demande d'autorisation de création s'appuie sur une démonstration de sûreté basée sur une conception permettant d'accueillir la totalité de l'inventaire de référence. L'INB est aussi conçue pour s'adapter à des potentielles évolutions de cet inventaire (cf. Volume 12 du présent rapport). À ce stade, la conception comprend :

- des alvéoles de stockages MA-VL dimensionnés pour recevoir et stocker environ 50 000 colis de stockage représentant environ 150 000 colis primaires. La longueur de la partie utile d'un alvéole MA-VL est de plusieurs centaines de mètres. Les quatre premiers alvéoles de stockage sont construits dans la première tranche (T1) et les suivants seront construits progressivement pour mise à disposition de l'exploitant en temps voulu ;
- un quartier pilote HA, construit dans la première tranche (T1), qui contient jusqu'à une vingtaine d'alvéoles de stockage de 80 mètres de long correspondant au stockage de colis primaires HA, sur la base de l'inventaire de référence actuel (notamment des colis dégageant peu de chaleur) ;
- un quartier de stockage HA en vue d'accueillir, à l'horizon 2080, environ un millier d'alvéoles de 150 mètres de long environ, répartis en quatre sous-quartiers dédiés principalement au stockage des déchets vitrifiés fortement exothermiques (colis HA1/HA2) mais permettant également de stocker des colis HA0 et des colis MA-VL de déchets vitrifiés.

L'ensemble de ces éléments reflètent la conception envisagée à ce stade, sans préjuger de développements ultérieurs intégrés dans le cadre du déploiement progressif du stockage.

1.1.4 Les activités, installations, ouvrages, travaux dans le périmètre de l'INB

Pour la phase de fonctionnement, les installations et ouvrages du périmètre de l'INB relevant de la nomenclature ICPE/IOTA, et identifiés dans le présent dossier de demande d'autorisation de création, sont mentionnés dans les tableaux suivants. Pour chaque installation et ouvrage présentés, sont indiquées les quantités projetées compte tenu de l'avancement des études de conception actuellement disponibles ainsi que le classement associé.

Tableau 1-1 Tableau récapitulatif des IOTA dans le périmètre de l'INB

Rubrique	Désignation	Installation/Ouvrage		Quantités projetées	Classement associé
		Nom	Référence		
1.1.1.0	Sondage, forage, y compris les essais de pompage, création de puits ou d'ouvrage souterrain, non destiné à un usage domestique, exécuté en vue de la recherche ou de la surveillance d'eaux souterraines ou en vue d'effectuer un prélèvement temporaire ou permanent dans les eaux souterraines, y compris dans les nappes d'accompagnement de cours d'eau.	Piézomètre de suivi/surveillance INB Cigéo	/	Concerné	Déclaration
1.1.2.0	Prélèvements permanents ou temporaires issus d'un forage, puits ou ouvrage souterrain dans un système aquifère, à l'exclusion de nappes d'accompagnement de cours d'eau, par pompage, drainage, dérivation ou tout autre procédé, le volume total prélevé étant.	Pompage et drainage des eaux d'exhaure Oxfordien	LSF – Puits et descenderies	110 000 m^3/an max	Déclaration
2.1.1.0.			E-10	Flux DBO5 au pic en entrée de filière = 92 kg/j	Déclaration

Rubrique	Désignation	Installation/Ouvrage		Quantités projetées	Classement associé
		Nom	Référence		
	Systèmes d'assainissement collectif des eaux usées et installations d'assainissement non collectif destinés à collecter et traiter une charge brute de pollution organique au sens de l'article R. 2224-6 du code général des collectivités territoriales :	Station d'épuration de traitement des eaux usées (effluents liquides conventionnels)	Zone descenderie		
		Station d'épuration de traitement des eaux usées (effluents liquides conventionnels)	E-09 Zone puits	Flux DBO5 au pic en entrée de filière =32 kg/j	Déclaration
2.1.5.0.	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant.	Bâtiments, surfaces imperméabilisées et non imperméabilisées de la zone descenderie	Zone descenderie	Surfaces imperméabilisées = 31 ha	Autorisation
				Surfaces non imperméabilisées raccordées = 117 ha	
		Bâtiments, surfaces imperméabilisées et non imperméabilisées de la zone puits	Zone puits	Surfaces imperméabilisées = 26 ha	
				Surfaces non imperméabilisées raccordées = 38 ha	
		Surfaces des verses	Zone puits	Surface raccordée maximum 78 ha	
2.2.1.0.			E-15		Déclaration

Rubrique	Désignation	Installation/Ouvrage		Quantités projetées	Classement associé
		Nom	Référence		
	Rejet dans les eaux douces superficielles susceptible de modifier le régime des eaux, à l'exclusion des rejets mentionnés à la rubrique 2.1.5.0 ainsi que des rejets des ouvrages mentionnés à la rubrique 2.1.1.0, la capacité totale de rejet de l'ouvrage étant.	Réservoir eaux recyclées	Zone descenderie	Débit moyen interann. Bureau non connu/Orge = 0,13 m^3/s Production maximum Efond de 293 m^3/j	
		Réservoir eaux recyclées	E-12/E-14 Zone puits	Débit moyen interann. Ormançon = 0.08 m^3/s Production maximale Efond de 185 m^3/j	
2.2.3.0.	Rejet dans les eaux de surface, à l'exclusion des rejets réglementés au titre des autres rubriques de la présente nomenclature ou de la nomenclature des installations classées annexée à l'article R. 511-9.	Réservoir eaux recyclées – Eaux de fond	E-15 Zone descenderie	Quantité projetée estimée supérieure au seuil R1	Déclaration
		Réservoir eaux recyclées – Eaux de fond	E-12/E-14 Zone puits		

Rubrique	Désignation	Installation/Ouvrage		Quantités projetées	Classement associé
		Nom	Référence		
2.3.2.0	Recharge artificielle des eaux souterraines	Ouvrages de réinfiltration associés à la paroi étanche	Zone descenderie	La recharge artificielle des nappes est une pratique qui vise à augmenter les volumes d'eau souterraine disponibles en favorisant, par des moyens artificiels, l'infiltration d'eaux extérieures (e.g.x. Rivière) jusqu'à l'aquifère. Il s'agit de préserver la qualité des eaux souterraines. Dans le cadre du centre de stockage Cigéo, afin de limiter les remontées de nappes en amont hydraulique de la paroi étanche, des drains sont mis en place pour créer des zones d'écoulements préférentiels. Des ouvrages de réinfiltration permettront d'orienter les eaux de nappe drainées (eaux du Barrois) dans le même aquifère. Ces eaux ne seront pas remontées en surface.	Non soumis
3.2.5.0	Barrage de retenue et ouvrages assimilés relevant des critères de classement prévus par l'article R. 214-112.	Bassins qualitatif et quantitatif des eaux de ruissellement des verses	G-11 Zone puits	Classe C	Autorisation
3.3.4.0	Travaux de recherche de stockages souterrains de déchets radioactifs : a) Travaux de recherche nécessitant un ou plusieurs forages de durée de vie supérieure à un an – A b) Autres travaux de recherche – D	INB Cigéo	/	/	Autorisation
5.1.5.0	Travaux d'exploitation de stockages souterrains de déchets radioactifs	INB Cigéo	/	/	Autorisation

Tableau 1-2 Tableau récapitulatif des ICPE dans l'INB

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
1185	1185 – Gaz à effet de serre fluorés visés à l'annexe I du règlement (UE) n° 517/2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés et abrogeant le règlement (CE) n° 842/2006 (7) ou substances qui appauvrissent la couche d'ozone visées par le règlement (CE) n° 1005/2009 (8) (fabrication, emploi, stockage). 2. Emploi dans des équipements clos en exploitation.	Fluide frigorigène	Ouvrages souterrains	Fluide vert type HFO >300 kg	Déclaration avec contrôle
1435	1435 – Stations-service : installations, ouvertes ou non au public, où les carburants sont transférés de réservoirs de stockage fixes dans les réservoirs à carburant de véhicules.	Aire carburant	G-14 Zone puits	260 m³/an	Déclaration avec contrôle
		Poste de distribution gazole en local technique de la ZSLT	ZSLT	2 000 m³/an	
1510	1510 – Entrepôts couverts (installations, pourvues d'une toiture, dédiées au stockage de matières ou produits combustibles en quantité supérieure à 500 tonnes), à l'exception des entrepôts utilisés pour le stockage de matières, produits ou substances classés, par ailleurs, dans une unique rubrique de la présente nomenclature, des bâtiments destinés exclusivement au remisage des véhicules à moteur et de leur remorque, des établissements recevant du public et des entrepôts exclusivement frigorifiques.	Ateliers de maintenance	E-11 Zone puits	<500 t de combustibles Maxi 800 m³	Déclaration avec contrôle
		Ateliers de maintenance	G-13 Zone puits	<500 t de combustibles Maxi 800 m³	
		Atelier de maintenance	E-13 Zone descenderie	<500 t de combustibles 10 750 m³	

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
1630	1630 – Soude ou potasse caustique (emploi ou stockage de lessives de), le liquide renfermant plus de 20 % en poids d'hydroxyde de sodium ou de potassium.	Soude (employée comme piège à C14 dans les barboteurs) : Laboratoire d'analyse Local technique dégazage Locaux CFI contrôle rejet/Bâtiment nucléaire de surface EP1	B-02 Zone descenderie	0,046 t	Non soumis
		Station d'épuration de traitement des eaux usées	E-10 Zone descenderie	50 kg	
		Station d'épuration de traitement des eaux usées	E-09 Zone puits	25 kg	
1978	1978 – Solvants organiques (Directive IED) Solvants organiques (installations et activités mentionnées à l'annexe VII de la directive 2010/75/UE du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution) (9). 4. Nettoyage de surface à l'aide de composés organiques volatils à mentions de danger H340, H350, H350i, H360D ou H360F, ou de composés organiques	Ateliers de maintenance	E-11 Zone puits	10 kg/an	Non soumis
		Ateliers de maintenance	G-13 Zone puits	10 kg/an	
		Ateliers de maintenance	E-13 Zone descenderie	10 kg/an	

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
	volatils halogénés à mentions de danger H341 ou H351, au sens du règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006 5. Autres nettoyages de surface	Hangar de maintenance locotracteur	F-02 Zone descenderie	10 kg/an	
2120	2120 – Chiens (établissements d'élevage, vente, transit, garde, détention, refuge, fourrière, etc.) à l'exclusion des établissements de soins et de toilettage et des rassemblements occasionnels tels que foires, expositions et démonstrations canines.	Chenil	NA Zone descenderie	<10 chiens	Non soumis
2515	2515 – 1. Installations de broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, lavage, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes, en vue de la production de matériaux destinés à une utilisation, à l'exclusion de celles classées au titre d'une autre rubrique ou de la sous-rubrique 2515-2.	Concasseur de voussoirs	ITC Zone puits	400 kW	Enregistrement
		Concasseur en quartier de stockage MA-VL	ITC Ouvrages souterrains	40 kW < P < 200 kW	
		Concasseur en quartier pilote HA puis en quartier de stockage HA	ITC Ouvrages souterrains	40 kW < P < 200 kW	
2517	2517 – Station de transit, regroupement ou tri de produits minéraux ou de déchets non dangereux inertes autres que ceux visés par d'autres rubriques	Déchets non dangereux inertes issus des chantiers (surfaces/souterrains/bâtiment de gestion de l'argilite excavée).	G-04 Zone puits	7 577 m²	Déclaration

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
2518	2518 – Installations de production de béton prêt à l'emploi équipée d'un dispositif d'alimentation en liants hydrauliques mécanisé, à l'exclusion des installations visées par la rubrique 2522.	Malaxeur pour la production de béton	G-16 Zone puits	4 m³	Enregistrement
		Malaxeur pour la production de béton	G-16 Zone puits	4 m³	
2522	2522. Installation de fabrication de produits en béton par procédé mécanique (Non cumulatif avec la 2518)	Malaxeur pour la production de béton zone puits	G-16 Zone puits	<400 kW	Déclaration
2560	2560 – Travail mécanique des métaux et alliages, à l'exclusion des activités classées au titre des rubriques 3230-a ou 3230-b.	Cellule de soudage HA/Bâtiment nucléaire de surface	B-02 Zone descenderie	>1 000 kW	Enregistrement
2563	2563 – Nettoyage-dégraissage de surface quelconque, par des procédés utilisant des liquides à base aqueuse ou hydrosolubles à l'exclusion des activités de nettoyage-dégraissage associées à du traitement de surface.	Ateliers de maintenance	E-11 Zone puits	<20 L	Non soumis
		Ateliers de maintenance	G-13 Zone puits	<20 L	
		Hangar de maintenance locotracteur	F-02 Zone descenderie	<20 L	

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
2797	2797 – Déchets radioactifs (gestion des) mis en œuvre dans un établissement industriel ou commercial, hors accélérateurs de particules et secteur médical, dès lors que leur quantité susceptible d'être présente est supérieure à 10 m³ et que les conditions d'exemption mentionnées au 1° du I de l'article R. 1333-106 du code de la santé publique ne sont pas remplies. 1. Activités de gestion de déchets radioactifs hors stockage (tri, entreposage, traitement)	Bâtiment nucléaire de surface EP1	B-02 Zone descenderie	>10 m³	Autorisation
2910	2910 – Combustion à l'exclusion des activités visées par les rubriques 2770, 2771, 2971 ou 2931 et des installations classées au titre de la rubrique 3110 ou au titre d'autres rubriques de la nomenclature pour lesquelles la combustion participe à la fusion, la cuisson ou au traitement, en mélange avec les gaz de combustion, des matières entrantes A. Lorsque sont consommés exclusivement, seuls ou en mélange, du gaz naturel, des gaz de pétrole liquéfiés, du biométhane, du fioul domestique, du charbon, des fiouls lourds, de la biomasse telle que définie au a) ou au b) i) ou au b) iv) de la définition de la biomasse, des produits connexes de scierie et des chutes du travail mécanique de bois brut relevant du b) v) de la définition de la biomasse, de la biomasse issue de déchets au sens de l'article L. 541-4-3 du code de l'environnement, ou du biogaz provenant d'installations classées sous la rubrique 2781-1	Centrale de secours et poste de distribution 20 KV	E-06 Zone descenderie	12,5 MW + 5 MW secours	Déclaration avec contrôle
		Centrale de secours et poste de distribution 20 KV	E-05 Zone puits	7,5 MW +5 MW secours	
		Bâtiment sûreté/sécurité/environnement	E-11 Zone descenderie	0,5 MW +0,15 MW secours	
		Bâtiment de lutte contre l'incendie et de secours aux victimes (surface et fond) – Groupes électrogènes	E-13 Zone puits	0,25 MW +0,1 MW secours	

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
2921	2921 – Refroidissement évaporatif par dispersion d'eau dans un flux d'air généré par ventilation mécanique ou naturelle (installations de). 1. Installations de refroidissement évaporatif par dispersion d'eau dans un flux d'air généré par ventilation mécanique ou naturelle :	TAR refroidissement chantier ZSL extension quartiers	ITC (G-07)	645 kW	Déclaration avec contrôle
2925	2925 – Accumulateurs électriques (ateliers de charge d')	Galeries en construction/cellule MA-VL	/	25 kW	Déclaration
		Ateliers de maintenance	E-13 Zone descenderie	2 postes de charge Puissance totale estimée <50 kW	
		Ateliers de maintenance	E-11 Zone puits	2 postes de charge Puissance totale estimée <50 kW	
		Ateliers de maintenance	G-13 Zone puits	2 postes de charge Puissance totale estimée <50 kW	

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
		Bâtiment nucléaire de surface EP1 Locaux batteries ASI	B-02 Zone descenderie	1 898 kW cumulé pour 26 à 208 kW selon les locaux	
		Tête de la descenderie colis Locaux batteries ASI	B-01 Zone descenderie	52 kW	
		Bâtiment nucléaire de surface EP1 Zones de charge de batterie de traction	B-02 Zone descenderie	<50 kW (par zone de charge)	
		Tête de la descenderie colis Zones de charge de batterie de traction	B-01 Zone descenderie	<50 kW	
		Local technique	ZSLT	>50 kW	
		Locaux technique	ZSLE	>50 kW	
2930	2930 – Ateliers de réparation et d'entretien de véhicules et engins à moteurs, y compris les activités de carrosserie et de tôlerie. 1. Réparation et entretien de véhicules et engins à moteur	Ateliers de maintenance	G-13 Zone puits	337 m²	Non soumis
		Ateliers de maintenance	E-11 Zone puis	214 m²	
		Ateliers de maintenance	E-13 Zone descenderie	403 m²	

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
3550	3550 – Stockage temporaire de déchets dangereux ne relevant pas de la rubrique 3540, dans l'attente d'une des activités énumérées aux rubriques 3510, 3520, 3540 ou 3560 avec une capacité totale supérieure à 50 tonnes, à l'exclusion du stockage temporaire sur le site où les déchets sont produits, dans l'attente de la collecte	Bâtiment nucléaire de surface EP1	B-02 Zone descenderie	>10 m^3	Autorisation
4110	4110 – Toxicité aiguë catégorie 1 pour l'une au moins des voies d'exposition, à l'exclusion de l'uranium et ses composés.	Ateliers de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	G-13 Zone puits	Non identifiée, si présence, 2 kg maxi	Non soumis
		Ateliers de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-11 Zone puits	Non identifiée, si présence, 2 kg maxi	
		Ateliers de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-13 Zone descenderie	Non identifiée, si présence, 2 kg maxi	
4120	4120 – Toxicité aiguë catégorie 2, pour l'une au moins des voies d'exposition.	Ateliers de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	G-13 Zone puits	Non identifiée, si présence, 2 kg maxi	Non soumis
		Ateliers de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-11 Zone puits	Non identifiée, si présence, 2 kg maxi	
		Ateliers de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-13 Zone descenderie	Non identifiée, si présence, 2 kg maxi	

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
4130	4130 – Toxicité aiguë catégorie 3 pour les voies d'exposition par inhalation.	Ateliers de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	G-13 Zone puits	Non identifiée, si présence, 2 kg maxi	Non soumis
		Ateliers de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-11 Zone puits	Non identifiée, si présence, 2 kg maxi	
		Ateliers de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-13 Zone descenderie	Non identifiée, si présence, 2 kg maxi	
4140	4140 – Toxicité aiguë catégorie 3 pour la voie d'exposition orale (H301) dans le cas où ni la classification de toxicité aiguë par inhalation ni la classification de toxicité aiguë par voie cutanée ne peuvent être établies, par exemple en raison de l'absence de données de toxicité par inhalation et par voie cutanée concluantes.	Ateliers de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	G-13 Zone puits	Non identifiée, si présence, 2 kg maxi	Non soumis
		Ateliers de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-11 Zone puits	Non identifiée, si présence, 2 kg maxi	
		Ateliers de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-13 Zone descenderie	Non identifiée, si présence, 2 kg maxi	
		Bâtiment nucléaire de surface EP1 Filière 5 (Local technique de dégazage) : chlorure de Baryum en poudre utilisé à hauteur de 1 g par analyse. Conditionné dans un pot de 1 kg. Classé à toxicité aigüe 3 en cas d'ingestion (H301)	B-02 Zone descenderie	0,001 t	

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
4320	4320 – Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables de catégorie 1 ou 2, contenant des gaz inflammables de catégorie 1 ou 2 ou des liquides inflammables de catégorie 1.	Atelier de maintenanceProduits d'entretien et de maintenance	G-13 Zone puits	Substance non identifiée,si présencealors 2 kg maxi	Non soumis
		Atelier de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-11 Zone puits	Substance non identifiée, si présence alors 2 kg maxi	
4320	4320 – Liquides inflammables de catégorie 1, liquides inflammables maintenus à une température supérieure à leur point d'ébullition, autres liquides de point éclair inférieur ou égal à 60°C maintenus à une température supérieure à leur température d'ébullition ou dans des conditions particulières de traitement, telles qu'une pression ou une température élevée.	Atelier de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-13 Zone descenderie	Substance non identifiée, si présence alors 2 kg maxi	
4321	4321 – Aérosols extrêmement inflammables ou inflammables de catégorie 1 ou 2, ne contenant pas de gaz inflammables de catégorie 1 ou 2, ni de liquide inflammable de catégorie 1.	Atelier de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	G-13 Zone puits	Substance non identifiée, si présence alors 2 kg maxi	Non soumis
		Atelier de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-11 Zone puits	Substance non identifiée, si présence alors 2 kg maxi	
		Atelier de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-13 Zone descenderie	Substance non identifiée, si présence alors 2 kg maxi	

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
4331	4331 – Liquides inflammables de catégorie 2 ou catégorie 3 à l'exclusion de la rubrique 4330.	Atelier de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	G-13 Zone puits	<150 L soit <118,5 kg	Non soumis
		Atelier de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-11 Zone puits	<150 L soit <118,5 kg	
		Atelier de maintenance Produits d'entretien et de maintenance	E-13 Zone descenderie	<150 L soit <118,5 kg	
		Bâtiment nucléaire de surface EP1 Armoires de stockage de produits (environ 12)	B-02 Zone descenderie	0,12 t	
		Produits d'entretien et de maintenance : solvants, huiles et peintures	ZSLT	2 t	
		Bâtiment sûreté/sécurité/environnement Armoire de stockage de produits des laboratoires SE et SPR (solvants)	E-11 Zone descenderie	<10 kg	
4442	4442 – Gaz comburants Catégorie 1.	Station d'épuration de traitement des eaux usées Chlore gazeux (bouteille)	E-10 Zone descenderie	60 kg	Non soumis
		Station d'épuration de traitement des eaux usées Chlore gazeux (bouteille)	E-09 Zone puits	28 kg	
		Réservoir eaux recyclées Chlore gazeux (bouteille)	E-15 Zone descenderie	<30 kg	

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
4510	4510 – Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie aiguë 1 ou chronique 1.	Peinture, solvant	/	0,01 t	Non soumis
		Peinture, solvant	/	0,01 t	
		Eau de javel et produits de la même famille	ZSLT	2 t	
		Produits d'entretien et de maintenance type Eau de javel	Tout bâtiment conventionnel en INB	<10 L par bâtiment, soit < 10 kg	
		Bâtiment sûreté/sécurité/environnement Armoire de stockage de produits des laboratoires SE et SPR (solvants)	E-11 Zone descenderie	<10 kg	
		Station d'épuration de traitement des eaux usées Eau de javel et produits de la même famille	E-10 Zone descenderie	<10 kg	
		Station d'épuration de traitement des eaux usées Eau de javel et produits de la même famille	E-09 Zone puits	<10 kg	Non soumis
		Unité de traitement des eaux de fond Eau de javel et produits de la même famille	E-16 Zone descenderie	<10 kg	
4511	4511 – Dangereux pour l'environnement aquatique de catégorie chronique 2.	Produits d'entretien et de maintenance	/	0,01 t	
		Produits d'entretien et de maintenance des ateliers en surface	E-13 Zone descenderie	0,03 t	Non soumis

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
		Produits d'entretien et de maintenance des ateliers de maintenance dans le bâtiment nucléaire de surface EP1	B-02 Zone descenderie	0,03 t	
		Produits d'entretien et de maintenance dans local technique en ZSL	ZSLE	0,03 t	
		Produits d'entretien et de maintenance	ZSLT	2 t	
		Produits d'entretien et de maintenance type Eau de javel	Tout bâtiment conventionnel en INB	<10 L par bâtiment, soit < 10 kg	
4710	4710 – Chlore (numéro CAS 7782-50-5).	Unité de traitement des Eaux de fond	E-16 Zone descenderie	<500 kg	Déclaration avec contrôle
		Unité de traitement des Eaux de fond	E-15 Zone puits		
4715	4715 – Hydrogène (numéro CAS 133-74-0).		Alvéoles HA	50 kg	Non soumis
4718	4718 – Gaz inflammables liquéfiés de catégorie 1 et 2 (y compris GPL) et gaz naturel (y compris biogaz affiné, lorsqu'il a été traité conformément aux normes applicables en matière de biogaz purifié et affiné, en assurant une qualité équivalente à celle du gaz naturel, y compris pour ce qui est de la teneur en méthane, et qu'il a une teneur maximale de 1 % en oxygène).	Bouteilles de gaz pour les soudures des rails	/	0,42 t	Non soumis

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
4719	4719 – Acétylène (numéro CAS 74-86-2).	Acétylène en local T14 de la ZSLT	ZSLT	<25 kg	Non soumis
4725	Oxygène (numéro CAS 7782-44-7).	Bâtiment nucléaire de surface EP1 Oxygène (poste de découpe plasma – local de traitement des déchets d'exploitation)	B-02 Zone descenderie	0,002 t	Non soumis
		Oxygène	ZSLT	<0,05 t	
4734	4734 – Produits pétroliers spécifiques et carburants de substitution : essences et naphtas ; kérosènes (carburants d'aviation compris) ; gazoles (gazole diesel, gazole de chauffage domestique et mélanges de gazoles compris) ; fioul lourd ; carburants de substitution pour véhicules, utilisés aux mêmes fins et aux mêmes usages et présentant des propriétés similaires en matière d'inflammabilité et de danger pour l'environnement.	Aire carburant Gazole (ou gazole non routier)	G-14 Zone puits	4,25 t (5 m³)	Enregistrement
		Bâtiment sûreté/sécurité/environnement Cuve FOD	E-11 Zone descenderie	20 000 L soit 17 t	
		Bâtiment de lutte contre l'incendie et de secours aux victimes Cuve FOD	E-13 Zone puits	3 000 L soit 2,5 t	
		FOD pour centrale secours 20 kV	E-09 Zone descenderie	238 t (280 m³)	
		FOD pour centrale secours 20 kV	E-08 Zone puis	170 t (200 m³)	
		Local de carburant et colonne carburant associée	Local technique Ouvrages souterrains	5 t	

Rubriques	Rubriques désignations	Équipements substances ouvrages concernés	Installations ouvrages	Quantités projetées	Classifications projetées
		Cuve tampon en amont de la tête de la colonne carburant	-	5 t	
		Cuve des groupes électrogènes pour la puissance de secours des Puits travaux VFT, MMT et VVT	G-05 G-06 G-07 Zone puits	25 t (30 m^3)	

1.2 Présentation des installations de l'INB en surface

1.2.1 Les installations de l'INB en zone descenderie

Les installations de surface de la zone descenderie comprennent les activités nucléaires pour la réception et la préparation des colis en vue de leur stockage en couche géologique profonde ainsi que les bâtiments supports de ces deux activités principales.

L'INB en zone descenderie comprend les zones suivantes (cf. Figure 1-4) :

- la zone « terminal ferroviaire nucléaire » dédiée à la réception des convois de colis de déchets radioactifs ;
- la zone « bâtiment nucléaire » comprenant le bâtiment nucléaire de surface EP1, la tête de descenderie colis et l'ouvrage de liaison entre les deux (cf. Figure 1-3) ;
- la « zone exploitation » comprenant des ouvrages support à l'exploitation de l'INB, dont la tête de descenderie de service, les ateliers et magasins support, les ouvrages liés à la gestion des eaux et effluents et les ouvrages de protection du site.

L'INB en zone descenderie comprend également les accès routiers et ferroviaires.

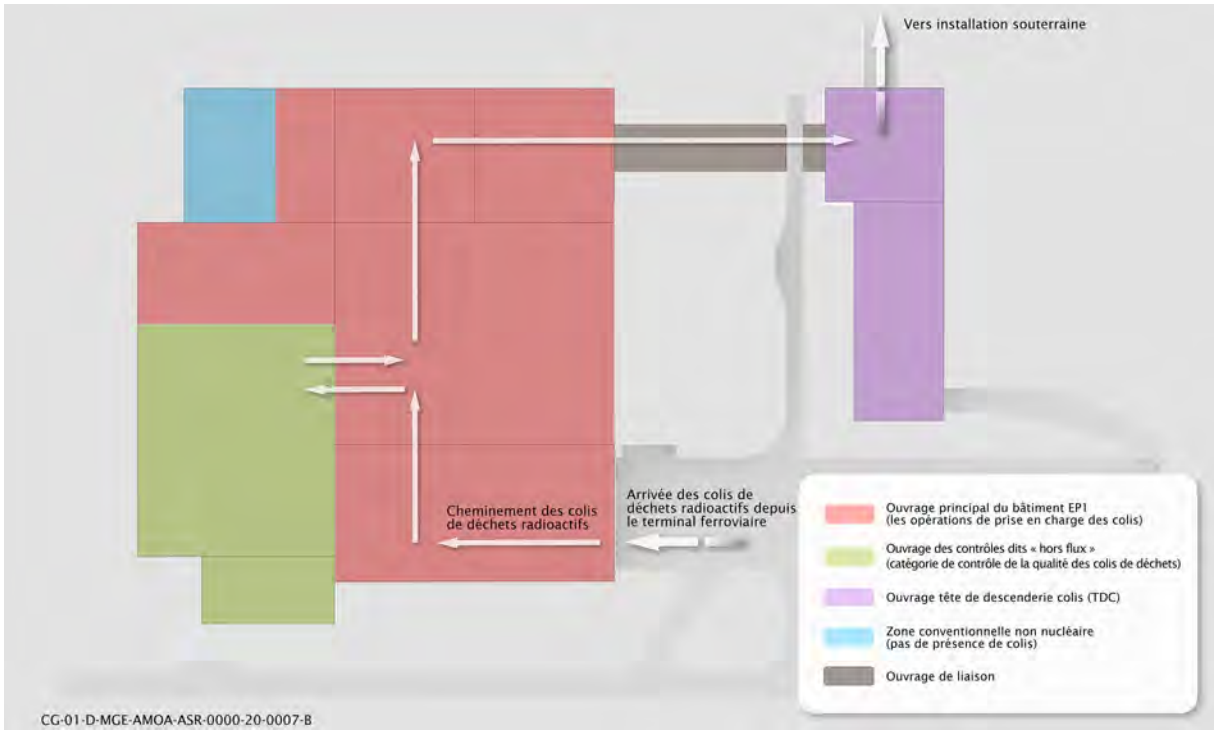


Figure 1-3 *Principe d'organisation du bâtiment nucléaire de surface EP1 et de la tête de descenderie colis*

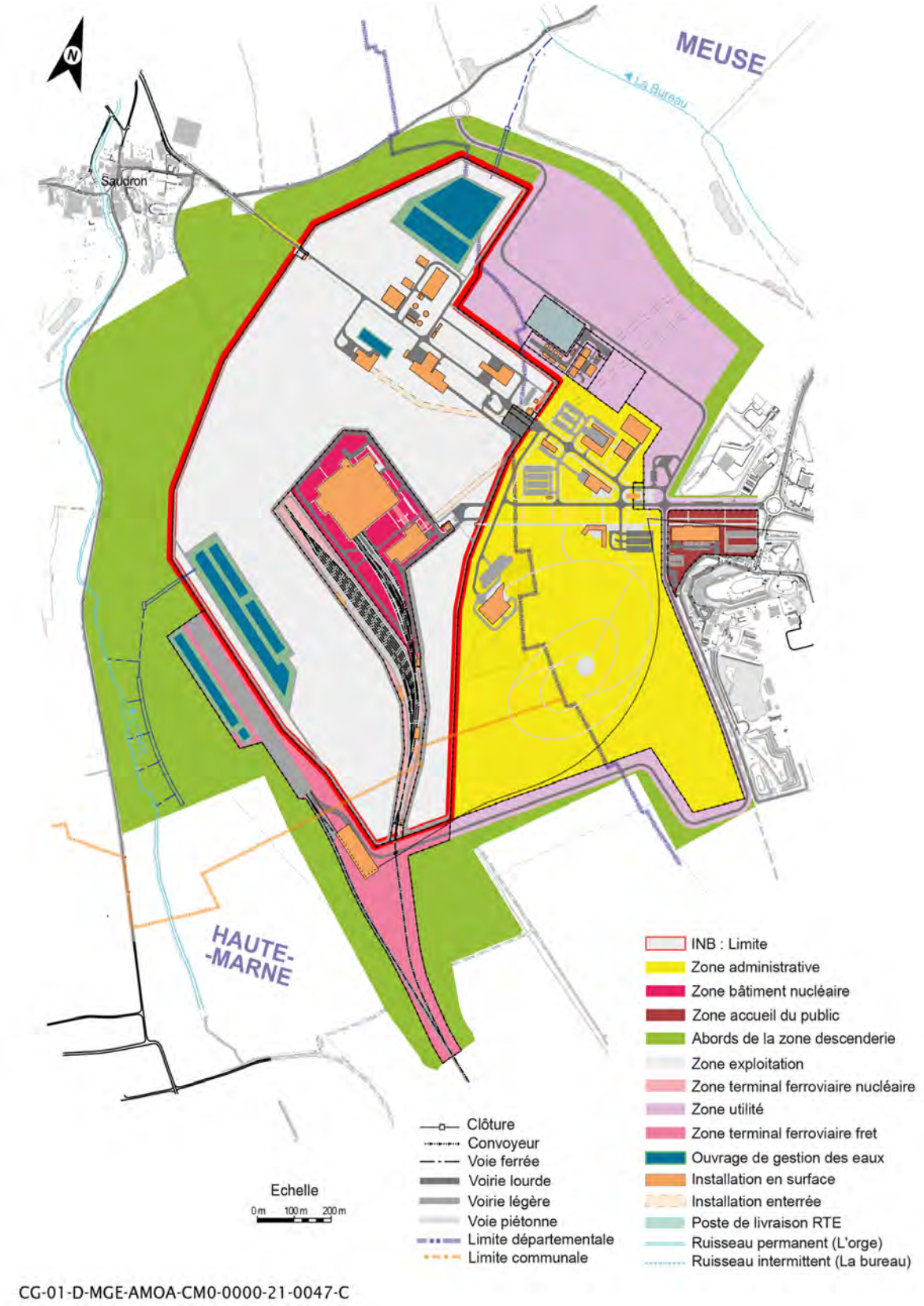


Figure 1-4 Plan de la zone descenderie

PRÉCISIONS SUR LES OUVRAGES DE L'INB CIGEO EN SURFACE CONSTRUITS EN T1

Pendant la phase de construction initiale, les installations/ouvrages de la zone descenderie (cf. Figure 1-4) suivants sont réalisés et équipés en vue de la mise en service :

- le terminal ferroviaire nucléaire pour la réception les convois de colis de déchets radioactifs expédiés par les producteurs et le stationnement des wagons chargés avant d'être dirigés vers EP1 ;
- le bâtiment nucléaire de surface EP1 comprenant des locaux et des équipements nécessaires à la bonne réalisation des opérations du procédé nucléaire et de leur surveillance ainsi que les équipements pour canaliser les rejets gazeux *via* une cheminée de hauteur suffisante pour assurer des bonnes conditions de dispersion ;
- la tête de descenderie colis et l'ouvrage de liaison qui constitue l'interface entre le bâtiment nucléaire de surface EP1 et la descenderie ;
- les ouvrages nécessaires à la maîtrise des accès dans l'INB (postes de garde, clôtures) ;
- le bâtiment dédié aux fonctions de sécurité, sûreté et environnement (fonction d'accueil des pompiers, d'entreposage des véhicules d'intervention…) ;
- les ouvrages nécessaires à la lutte contre l'incendie (réseaux, réservoirs, pomperie) ;
- la centrale de secours et du poste de distribution 20 kV ;
- les ouvrages (ateliers/magasins) supports au bâtiment nucléaire de surface EP1 ;
- les ouvrages nécessaires à la gestion des eaux et au traitement des effluents liquides conventionnels pour la bonne maitrise des rejets des effluents (réseaux de collectes, station d'épuration, unités de traitement, bassins …).

1.2.1.1 La zone terminal ferroviaire nucléaire

Cette zone permet de recevoir les convois ferroviaires. Elle contient les infrastructures permettant de créer un sas entre l'extérieur de l'INB et la zone bâtiment nucléaire. Les convois pénètrent dans la zone avant d'être envoyés en plusieurs parties dans le terminal ferroviaire nucléaire.

Une zone d'entreposage tampon est également située sur le terminal ferroviaire nucléaire qui a la capacité d'entreposer le flux de wagons arrivants.

1.2.1.2 La zone bâtiment nucléaire

Cette zone comprend les infrastructures du process nucléaire consacrées :

- à l'ouverture des emballages de transport et au déchargement des colis de déchets radioactifs hors de ces emballages de transport, dans le bâtiment nucléaire de surface ;
- à la prise en charge des colis primaires, leur mise en conteneur ou en panier de stockage ;
- aux contrôles nucléaires associés et à la mise en hotte des colis de stockage pour le transfert dans l'installation souterraine.

Par ailleurs, quatre zones d'entreposage tampon sont également prévues dans ce bâtiment :

- une zone d'entreposage tampon, appelée « zone tampon principale », est située dans le bâtiment . Elle permet l'entreposage de colis de stockage. Cette zone est constituée de 77 emplacements. Elle permet de recevoir :
  - ✓ des colis primaires mis en conteneur (en attente de vissage, le cas échéant de clavage, dans le cas des colis MA-VL ou de soudage dans le cas des colis HA, ou fermé en attente de transfert vers l'installation souterraine) ;
  - ✓ des colis primaires en panier ou sur palette dans le cas du stockage direct ;

- une zone d'entreposage est située en amont de la zone où les éventuels contrôles hors flux seraient réalisés. Cette zone est appelée « zone tampon hors flux ». [redacted] sont prévus afin de prélever du flux normal des colis soumis à ces éventuels contrôles (cf. Chapitre 4.1.13 du présent volume) ;
- une zone [redacted] localisée dans le local des colis « non conformes », elle permet l'entreposage de colis non-conformes (HA et MA-VL) ;
- une zone tampon existe au niveau du hall de déchargement, constitué [redacted] pour des emballages de transport non conformes.

1.2.1.3 Les accès routiers

Les flux et chemins d'accès des véhicules légers et des poids lourds sont représentés sur la Figure 1-4 pour la zone descenderie. Des postes de garde sont présents au droit des deux accès présentés sur la Figure 1-5.

Figure 1-5 Plan de la zone descenderie avec les accès routiers (poids lourds et véhicules légers)

1.2.1.4 Les accès ferroviaires

L'accès depuis l'extérieur au terminal ferroviaire nucléaire est unique (*via* la voie ferrée de l'installation terminale embranchée). La zone terminal ferroviaire nucléaire comprend (cf. Figure 1-6) :

- un sas permettant sa communication avec l'extérieur :
- un faisceau de voies ferroviaires qui permet le stationnement des convois en attente d'envoi vers la zone bâtiment nucléaire EP1 et en attente de réexpédition vers l'extérieur lorsque l'ensemble du convoi a été déchargé dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 ;
- l'atelier de maintenance du locotracteur.

Sur la zone bâtiment nucléaire EP1 sont présents :

- les voies ferroviaires dites « de flexibilité » qui permettent le stationnement [redacted] ;
- les appareils de voie ;
- les réseaux secs (haute tension, courants forts, éclairage et courants faibles) et humides (eaux pluviales, eau potable et eaux usées).

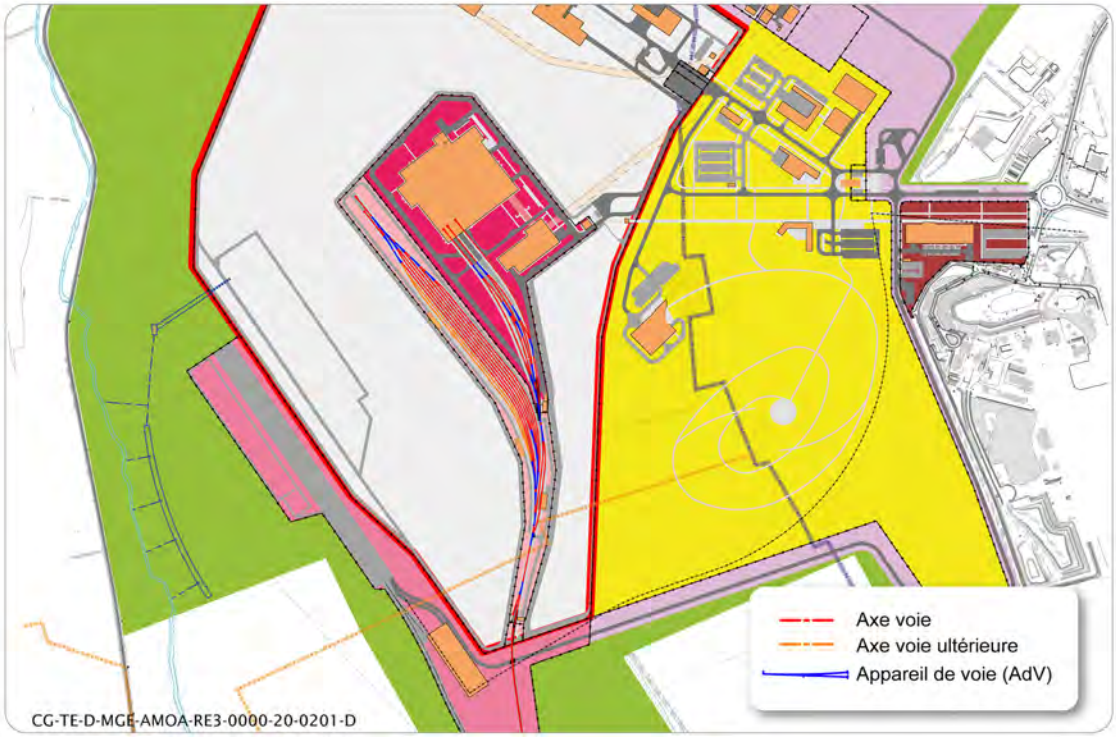


Figure 1-6 *Plan des aménagements ferroviaires du Terminal Ferroviaire nucléaire en zone descenderie*

1.2.2 Les installations de l'INB en zone puits

Les installations de surface de la zone puits comprennent les ouvrages et bâtiments liés à l'exploitation nucléaire de l'installation souterraine, aux travaux de construction et d'extension des ouvrages souterrains ainsi à leurs activités supports.

L'INB en zone puits comprend deux zones distinctes (cf. Figure 1-7) :

- une zone exploitation ;
- une zone travaux.

L'INB en zone puits comprend également des accès routiers.

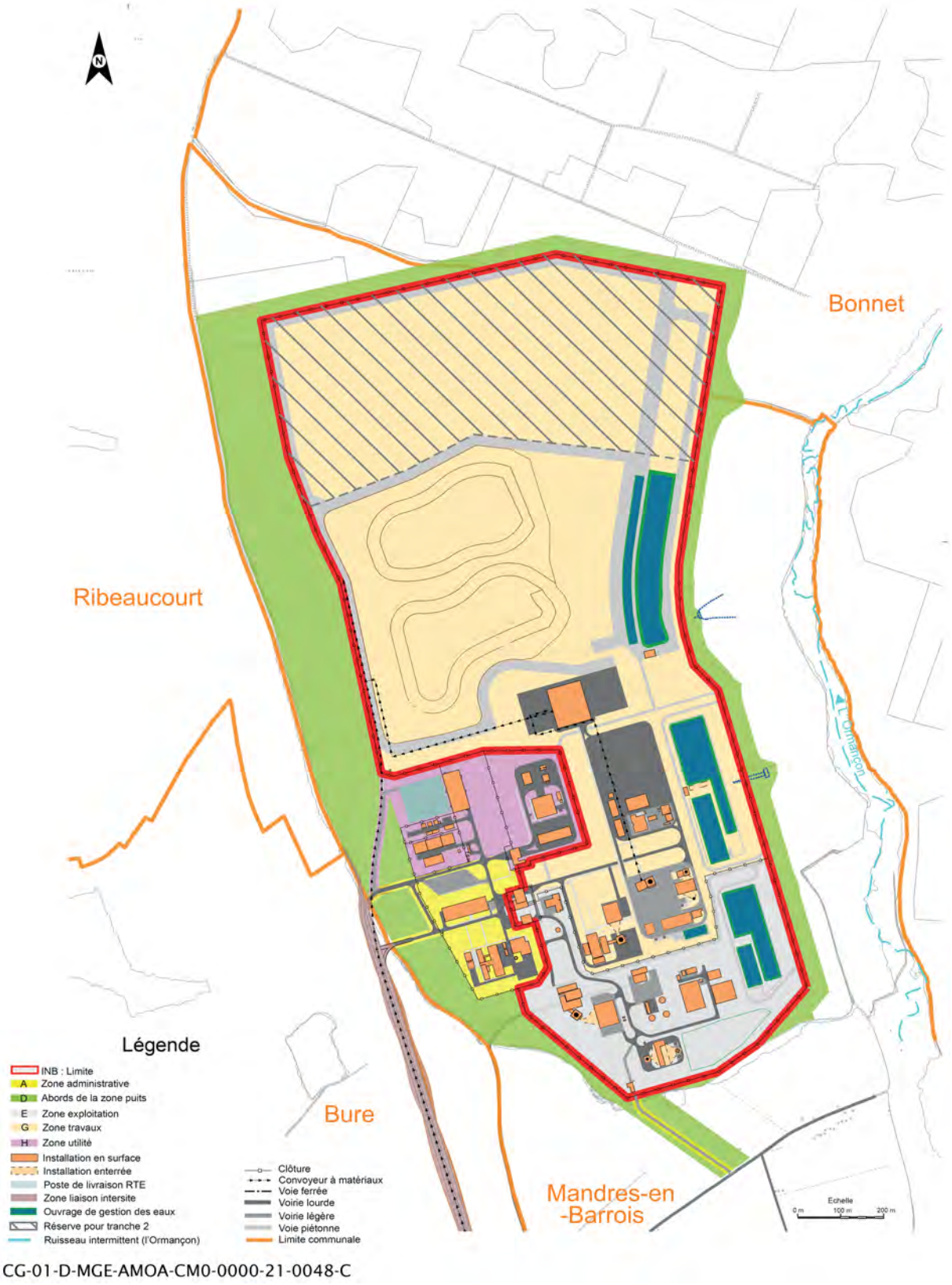


Figure 1-7 Plan de la zone puits

1.2.2.1 La zone exploitation

Les ouvrages et équipements liés au soutien et à la maintenance de la partie de l'installation souterraine en exploitation nucléaire sont implantés au sud de la zone puits. Outre des ouvrages abritant un atelier de maintenance, une zone de stockage du matériel de la machinerie, nécessaire aux moyens de manutention et de transfert par un puits dédié, la zone exploitation contient les ouvrages dédiés à l'accueil et au transfert du personnel d'exploitation vers l'installation souterraine (zone en exploitation), ainsi que les ouvrages de ventilation dédiées respectivement à l'apport d'air frais et à l'extraction d'air vicié.

1.2.2.2 La zone puits travaux

Les ouvrages et équipements liés aux travaux d'extension des ouvrages souterrains dans le cadre des tranches ultérieures à la T1 sont implantés au centre et au nord de la zone puits. Il s'agit des ouvrages associés aux puits reliant la surface « travaux » à la zone de soutien logistique travaux de l'installation souterraine pour le transfert du personnel « travaux », à l'apport d'air frais et à l'extraction d'air vicié, ainsi qu'à l'apport et l'évacuation de matériel et de matériaux de construction.

Le traitement et le stockage des argilites excavées (zone de gestion des verses) est également situé dans cette zone, au nord de la zone puits.

1.2.2.3 Les accès routiers

Les flux et chemins d'accès de véhicules légers et des poids lourds sont représentés sur la figure 1-8 pour la zone puits.

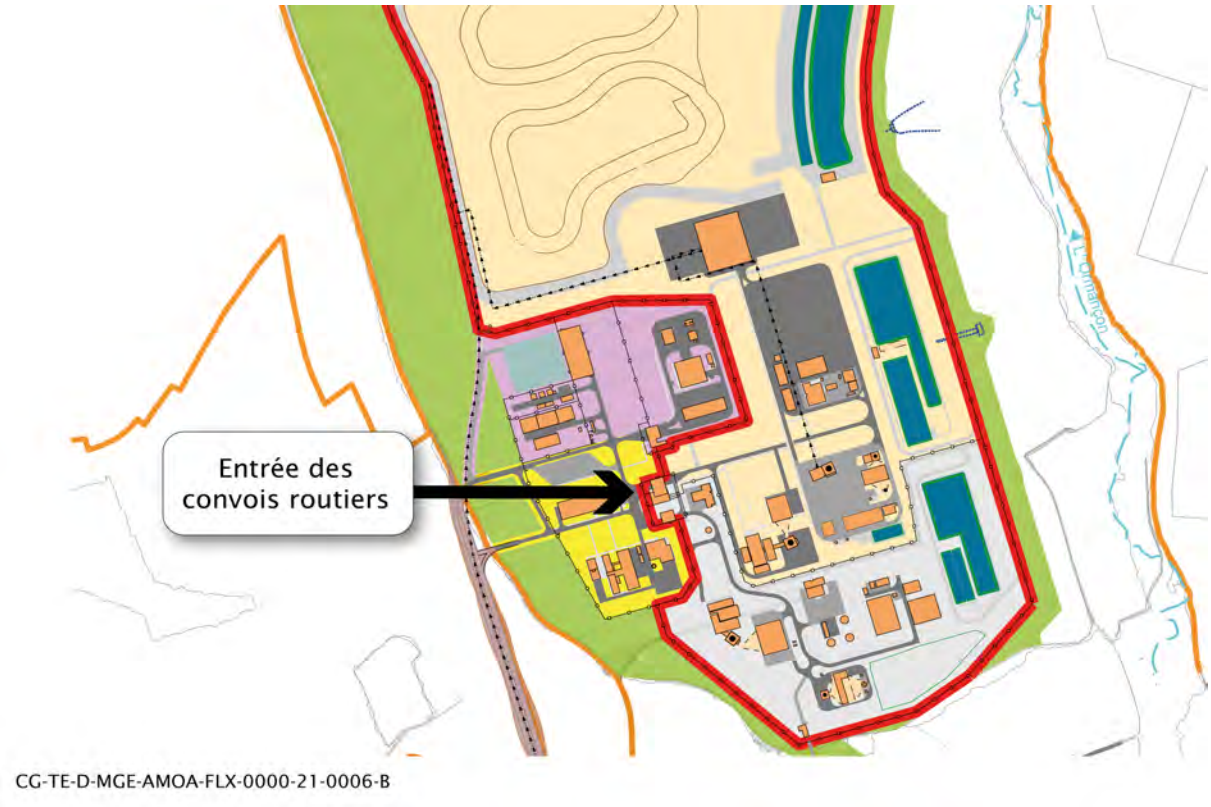


Figure 1-8 *Plan de la zone puits avec les accès routiers (poids lourds et véhicules légers)*

1.2.3 Les infrastructures fluides et utilités

Les réseaux de distribution des utilités de l'INB Cigéo sont :

- les réseaux de distribution des fluides, y compris les ouvrages associés (locaux pomperies) permettant le transfert de :
  - ✓ l'eau potable et pomperies associées ;
  - ✓ l'eau recyclée et pomperies associées ;
  - ✓ l'eau glacée et l'eau chaude ;
- le réseau incendie, visant à fournir les fluides adaptés à l'intervention des Forces de sécurité.

1.2.4 Les infrastructures électriques

Dans ce chapitre sont présentés succinctement les réseaux d'alimentation électrique (dits HTA) et les réseaux permettant de constituer le système d'information industriel de l'INB Cigéo (dits CFI/CC), y compris en dehors de l'INB.

1.2.4.1 Les infrastructures HTA

La zone descenderie et la zone puits sont desservies en énergie électrique par un réseau électrique extérieur à l'INB sous une tension de 90 kV. L'alimentation en 20 kV de chaque zone est réalisée par un poste de transformation distribution 90/20 kV.

L'architecture électrique est conçue sur le principe :

- de redondance (deux voies) ;
- d'indépendance électrique des voies.

1.2.4.2 Les infrastructures CFI-CC

Le réseau principal et les points de regroupement sont mis en œuvre selon les principes ci-dessous :

- simple anneau redondé ;
- absence de mode commun ;
- principe d'indépendance des réseaux de communication par ensemble fonctionnel[4].

Les schémas de ces différents réseaux sont présentés dans le chapitre 11 du présent volume.

[4] L'indépendance des réseaux est une disposition constructive prise par précaution dans les études d'avant-projet tant que la possibilité de mutualisation de ceux-ci n'est pas démontrée.

1.3 Présentation des ouvrages souterrains

Les activités nécessaires au stockage des colis de déchets radioactifs dans les ouvrages en souterrain sont :

- le transfert des colis de stockage mis en hotte depuis l'installation nucléaire de surface jusqu'à leur mise en stockage en alvéoles dans l'un des quartiers dédiés ;
- le transfert des moyens humains et matériels depuis les bâtiments de surface vers les ouvrages souterrains ;
- l'apport d'air frais dans les ouvrages souterrains et l'évacuation de l'air vicié ;
- les activités de soutien de l'installation souterraine (maintenance préventive, maintenance corrective, jouvence, gestion des déchets…) ;
- la construction et la mise en exploitation progressive des installations et ouvrages (à la fin de la phase de fonctionnement, l'ensemble des ouvrages souterrains sont déployés et les colis stockés) ;
- la réalisation d'essais *via* des démonstrateurs (alvéoles de stockage, scellement, coupure hydraulique).

L'installation souterraine comprend plusieurs ouvrages de liaison entre la surface et le fond et, une fois au fond, des zones de soutien logistiques et des quartiers de stockage. Ces ouvrages et zones, représentés sur la figure 1-10, sont plus précisément :

- les liaisons surface-fond :
  - ✓ les descenderies :
    - une descenderie pour le transfert des colis (descenderie colis) ;
    - une descenderie pour la logistique (descenderie de service) ;
  - ✓ les puits :
    - deux puits pour le transfert du personnel ;
    - deux puits pour l'extraction de l'air vicié ;
    - un puits pour le transfert d'équipements, matériels et matériaux pour les travaux, et à l'acheminement vers la surface des déblais ;
- les zones de soutien logistique (ZSL) :
  - ✓ la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) : elle constitue le point d'entrée vers les ouvrages souterrains de stockage en exploitation. Sa fonction principale est d'assurer le bon fonctionnement du process de stockage des colis ;
  - ✓ la zone de soutien logistique travaux (ZSLT) : elle constitue le point d'entrée vers les ouvrages souterrains en cours de construction. Sa fonction principale est d'assurer le passage des flux pour la construction des ouvrages, notamment des tranches ultérieures (TU) ;
- les quartiers de stockage :
  - ✓ un quartier pilote HA, pour le stockage de colis de haute activité (notamment des colis dégageant peu de chaleur, dits « HA0 ») ;
  - ✓ un quartier de stockage MA-VL, pour le stockage de colis de moyenne activité à vie longue ;
  - ✓ un quartier de stockage HA, constitué de sous-quartiers, pour le stockage de colis de haute activité dits « HA1/HA2 » à l'horizon de 2080 après entreposage de décroissance thermique, de colis HA0 et de certains colis de déchets MA-VL vitrifiés, utilisés comme intercalaires.

1.3.1 Les ouvrages de liaisons surface-fond

Toutes les liaisons surface-fond et les zones de soutien logistiques présentées ci-dessous sont réalisées et équipées pendant la phase de construction initiale pour assurer d'une part les travaux de construction et d'autre part l'équipement de la première tranche en vue de sa mise en service.

1.3.1.1 Les descenderies

Les descenderies sont deux tunnels inclinés et ayant une pente de 12 % environ.

La description de la descenderie colis est développée au chapitre 5 du présent volume et celle de la descenderie de service au chapitre 9.3 du présent volume.

La descenderie colis est un ouvrage rectiligne, destinée au transfert des colis dans l'installation souterraine au moyen d'un funiculaire. Elle est reliée :

- en tête au bâtiment nucléaire de surface par un ouvrage de liaison ;
- en pied à la zone de soutien logistique exploitation.

Elle est équipée d'un funiculaire (cf. Figure 1-9) qui permet de descendre et remonter les hottes dans lesquelles sont placés les colis de stockage que ce soit dans le cadre du stockage ou, le cas échéant, dans le cadre de la récupérabilité des colis (retour en surface).

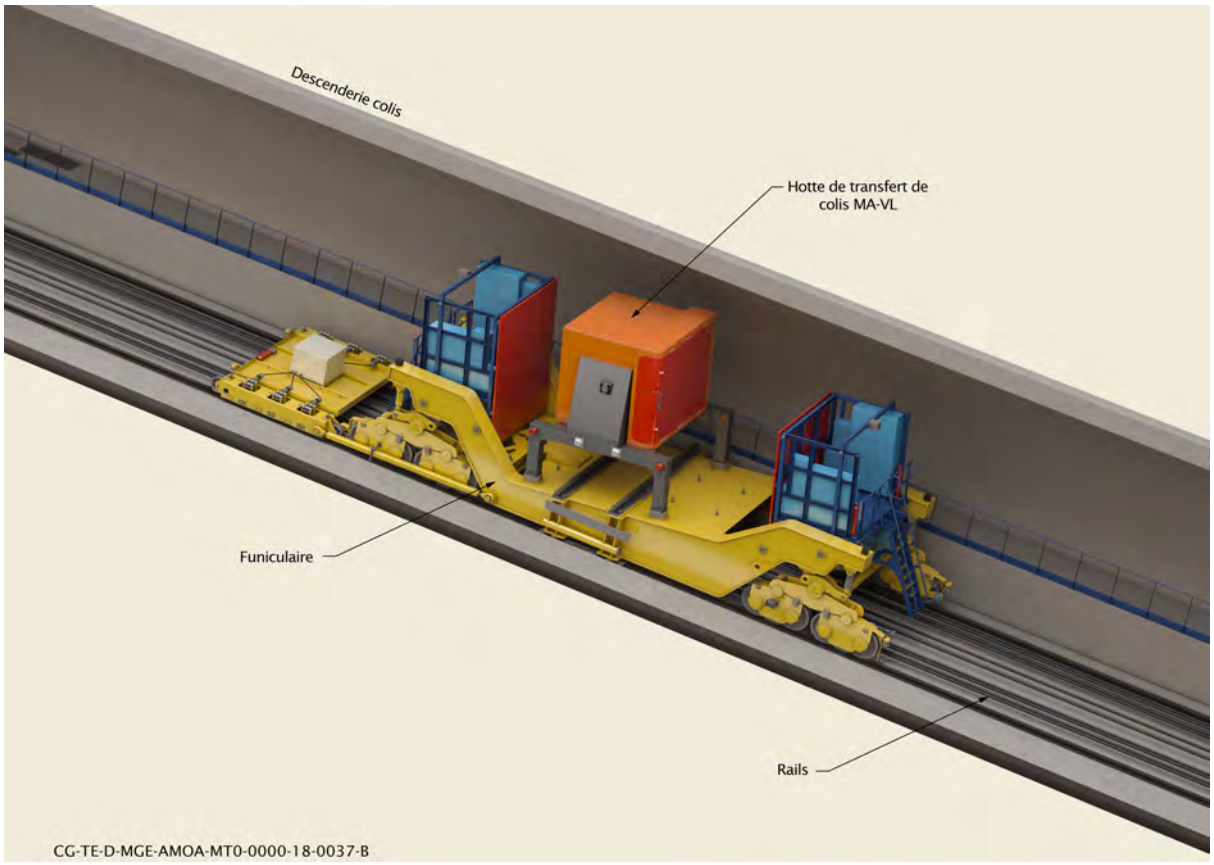


Figure 1-9 *Illustration du funiculaire dans la descenderie colis transportant une hotte de colis de stockage MA-VL*

La descenderie de service est un ouvrage parallèle à la descenderie colis sur une bonne partie de sa longueur, non rectiligne, de même pente que la descenderie colis. Elle est dédiée au soutien à l'exploitation, au secours et permet l'accès du personnel exploitant et des visiteurs, des véhicules de secours, des matériels et équipements de maintenance/jouvence. Elle est donc utilisée pour les opérations de maintenance et d'évacuation et de secours. Elle possède sa propre émergence en surface dans la zone exploitation. Elle est reliée, en pied, à la zone de soutien logistique exploitation. Elle dessert la zone d'implantation du démonstrateur de scellement de descenderie (cf. Chapitre 16 du présent volume).

1.3.1.2 Les puits

Cinq puits permettent de relier les installations de surface aux ouvrages en souterrain (Figure 1-10).

La nature et les fonctions à remplir par les puits sont les suivantes :

- deux puits pour l'exploitation en souterrain :
  - ✓ le puits VFE « ventilation air frais exploitation » pour le transfert du personnel des installations de surface vers la zone de soutien logistique exploitation et pour l'apport d'air frais à la zone d'exploitation nucléaire de l'installation souterraine à partir des unités de ventilation situées en surface ;
  - ✓ le puits VVE « ventilation air vicié exploitation » pour l'extraction d'air de la zone d'exploitation nucléaire de l'installation souterraine à partir des unités de ventilation situées en surface ;
- trois puits pour les travaux en souterrain :
  - ✓ le puits VFT « ventilation air frais travaux » pour le transfert du personnel des installations de surface conventionnelles vers la zone de soutien logistique travaux, ainsi que pour l'apport d'air frais dans la zone travaux ;
  - ✓ le puits VVT « ventilation air vicié travaux » pour l'extraction d'air vicié dans la zone travaux ;
  - ✓ le puits MMT « matériels et matériaux travaux » pour le transfert des équipements, matériels et matériaux nécessaires aux travaux et l'acheminement vers la surface des déblais issus des excavations. Il permet le transfert d'équipements volumineux.

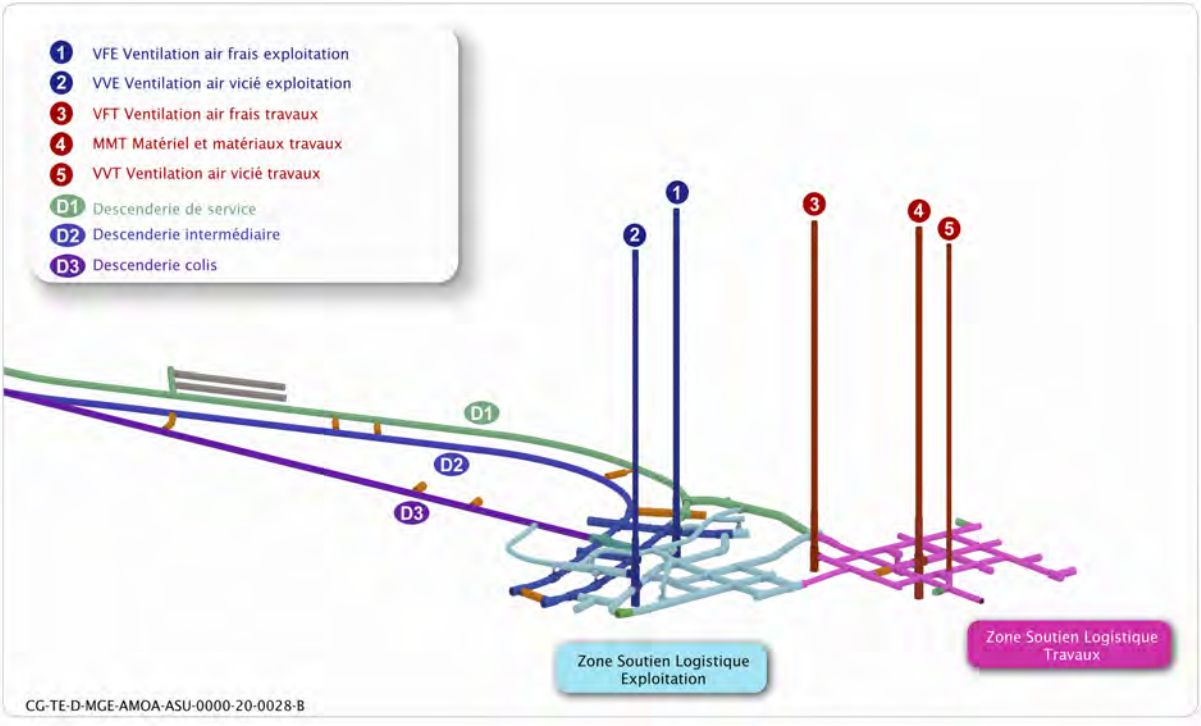


Figure 1-10 Illustration d'ensemble des ouvrages de liaison surface-fond

1.3.2 Les zones de soutien logistique

L'installation souterraine est organisée de manière à assurer la séparation physique des activités d'exploitation nucléaire et des travaux d'extension des zones de stockage, pour éviter les risques de coactivité associés. Elle répond également aux exigences de sûreté après fermeture, par exemple le stockage des déchets HA et MA-VL, dans des quartiers séparés.

L'installation souterraine est composée des trois grands blocs fonctionnels suivants :

- la zone de soutien logistique travaux (ZSLT) située à l'aplomb des puits travaux ;
- la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) située au bas des puits d'exploitation et des descenderies ;
- les zones de stockage dans lesquelles sont situés le quartier de stockage MA-VL, le quartier pilote HA et à terme le quartier de stockage HA.

» NOTE IMPORTANTE

L'Andra engage la réalisation dès la phase de construction initiale :

- du quartier pilote HA ;
- des quatre premiers alvéoles MA-VL et d'un démonstrateur/alvéole témoin MA-VL construit à l'entrée du quartier de stockage MA-VL ;
- des zones de soutien logistique et des ouvrages de liaison entre la zone de soutien logistique et les alvéoles des quartiers, à savoir notamment les galeries de liaison et d'accès dédiées au transfert des colis de déchets ;
- des démonstrateurs d'alvéole HA et de scellement.

Les installations et ouvrages construits dans le cadre des tranches ultérieures (TU) sont présentés dans le chapitre 1.5 du présent volume.

1.3.2.1 La zone de soutien logistique travaux (ZSLT)

La zone de soutien logistique travaux (cf. Figure 1-11) constitue la porte d'entrée les liaisons surface-fond et les ouvrages souterrains en cours de construction. Cette zone permet le passage des flux (personnels, matériels) entrants (matériaux de construction, équipements…) et sortants (déblais…) pour la construction. Elle comporte une zone de vie et de secours ainsi qu'une zone de stockage des matériaux et matériels.

Cette zone, présentée au chapitre 10.2 du présent volume accueille également des démonstrateurs pour préparer les constructions ultérieures à la tranche 1 (cf. Pièce 20 « Plan de développement de l'installation de stockage Cigéo » (10).

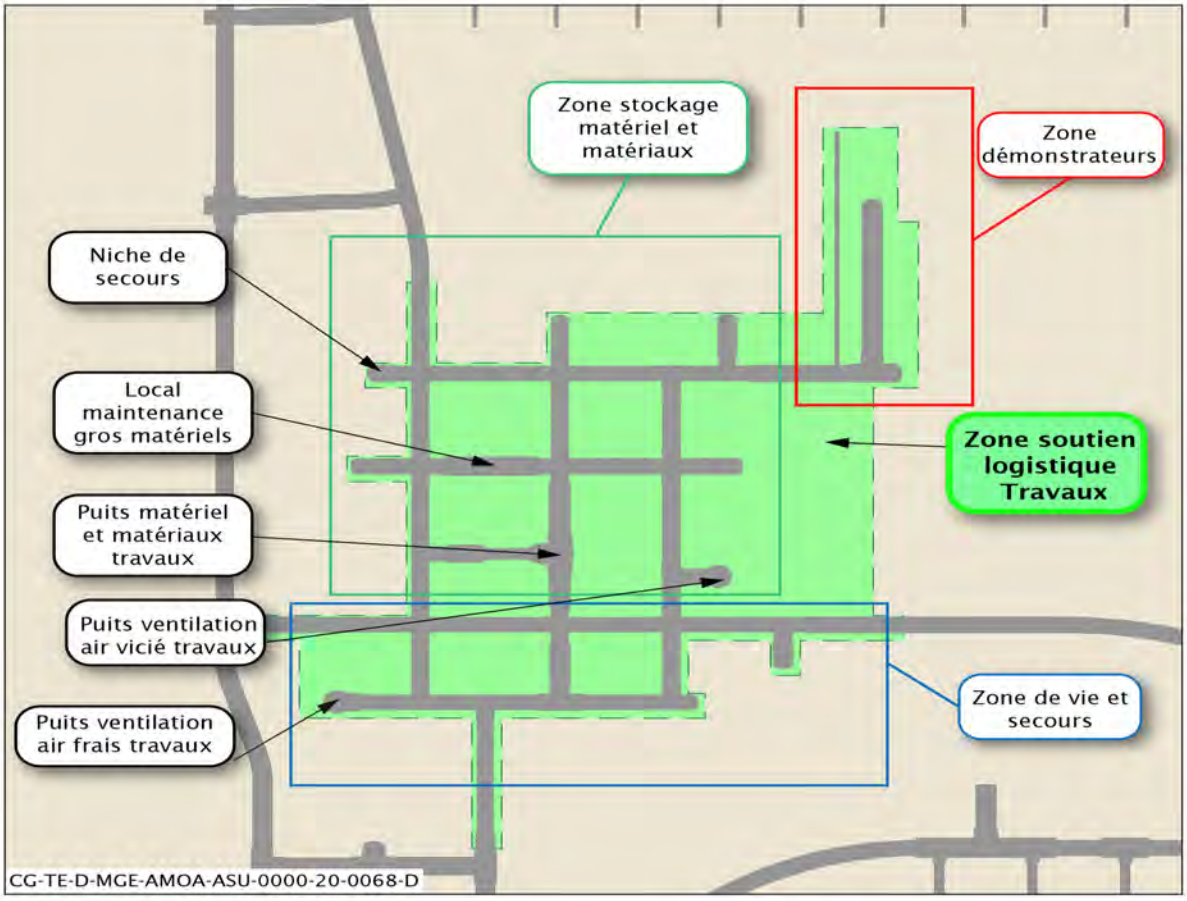


Figure 1-11 Illustration d'ensemble de la ZSL travaux

1.3.2.2 La zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) et galeries de liaison

La ZSLE (cf. Figure 1-12) a pour fonction principale d'assurer le soutien aux opérations de mise en stockage des colis.

Les hottes chargées des colis de stockage arrivent dans la ZSLE au niveau de la gare « basse » du funiculaire de la descenderie colis. Ces hottes sont reprises par un chariot sur rails qui se déplace ensuite dans un carrousel afin de rejoindre les galeries de liaisons qui desservent les quartiers de stockage. Aux intersections de galeries, la rotation du chariot s'effectue au moyen de tables tournantes.

Le chariot peut transporter les hottes contenant les colis de stockage indifféremment de la descenderie vers les quartiers de stockage ou de ces quartiers vers la descenderie en cas d'une éventuelle opération de remontée de colis de stockage à la surface.

La ZSLE accueille les locaux techniques nécessaires à la maintenance des chariots et des hottes, les équipements nécessaires pour une intervention en cas d'incident ou accident ainsi que les locaux dédiés à l'entreposage des déchets induits par l'exploitation. Afin de limiter la présence du personnel dans l'installation souterraine, seuls les locaux indispensables au process, au secours et aux opérations de maintenance courante sont implantés dans la ZSLE.

La ZSLE comporte deux puits : le puits « ventilation air frais exploitation » (VFE) et le puits « ventilation air vicié exploitation » (VVE). Un plénum de ventilation creusé une vingtaine de mètres au-dessus des galeries de la ZSLE et relié à celles-ci par des puits verticaux, assure la distribution d'air frais dans l'installation souterraine. Un plénum d'air vicié creusé une vingtaine de mètres au-dessus des galeries de la ZSLE assure la collecte et l'évacuation de l'air vicié de l'installation souterraine vers le puits ventilation air vicié exploitation.

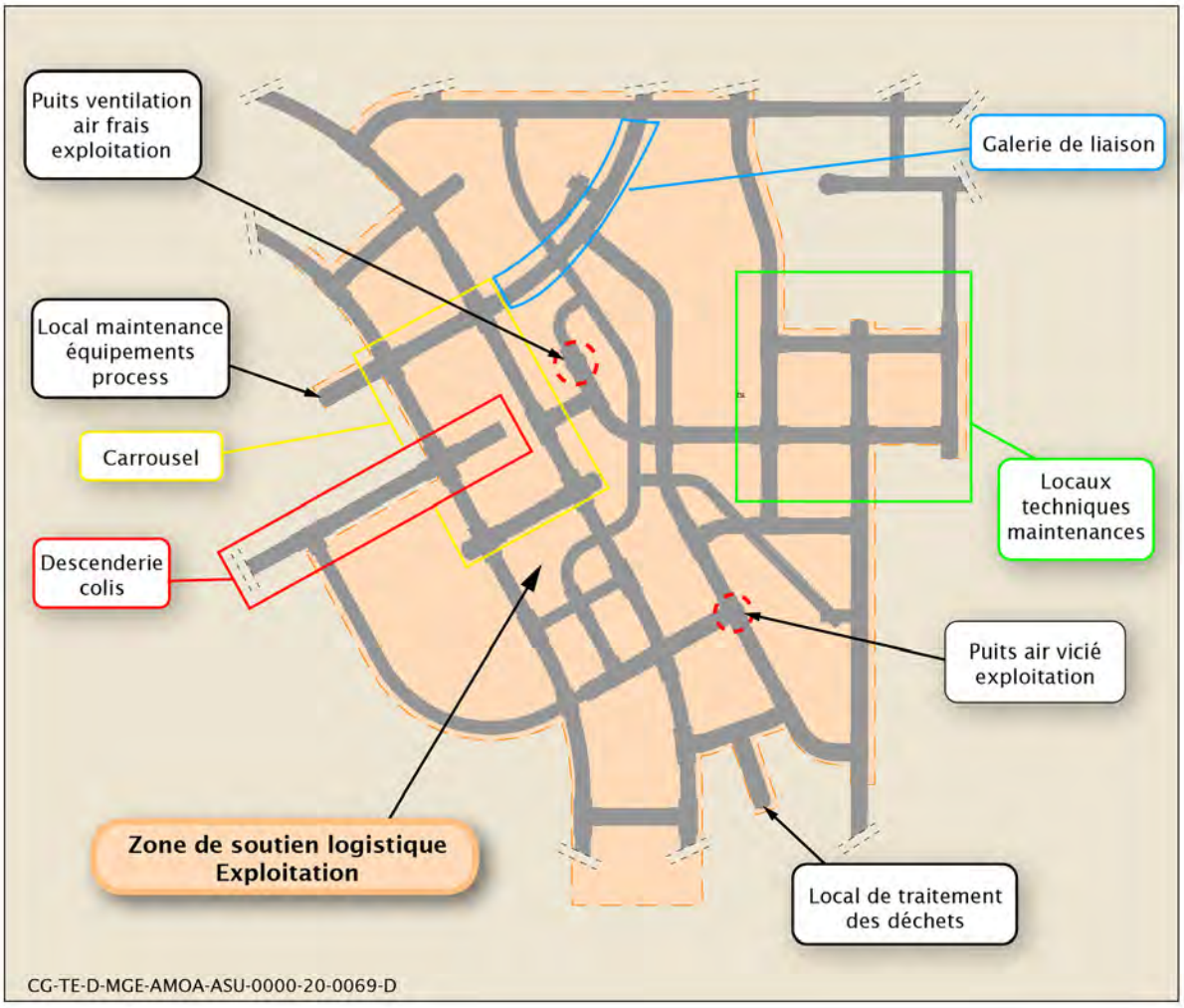


Figure 1-12 *Illustration d'ensemble de la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE)*

1.3.3 Les quartiers de stockage

1.3.3.1 Le quartier de stockage MA-VL

Le quartier de stockage MA-VL (présenté plus en détail au chapitre 6 du présent volume, est composé (cf. Figure 1-13) :

- de galeries de liaison exploitation ;
- d'alvéoles MA-VL ;
- de galeries de retour d'air ;
- de galeries travaux ;
- d'un démonstrateur d'alvéole MA-VL ;
- de galeries de liaison travaux ;
- de recoupes et galeries techniques dans les zones travaux et exploitation.

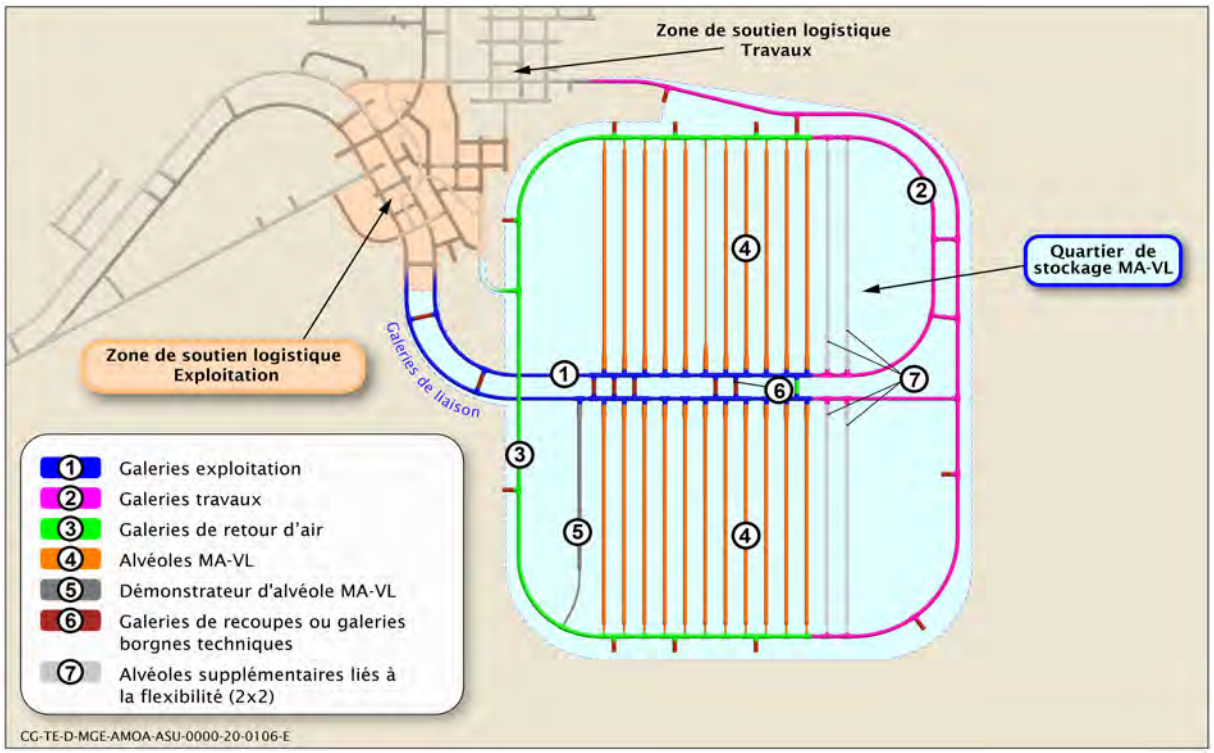


Figure 1-13 Illustration du quartier de stockage MA-VL

1.3.3.1.1 Les galeries de liaison exploitation

Deux galeries de liaison desservent le quartier de stockage MA-VL. Des recoupes (galerie techniques) relient ces deux galeries. Les galeries de liaison sont équipées de rails sur le radier permettant la circulation du chariot de transfert des hottes.

1.3.3.1.2 Les alvéoles de stockage MA-VL

Les alvéoles de stockage MA-VL sont des tunnels souterrains, creusés dans la formation du Callovo-Oxfordien (Cox), pour y accueillir les colis de stockage MA-VL (cf. Figure 1-14). Ces alvéoles et leurs galeries d'accès sont orientés selon la contrainte principale majeure dans le Callovo-Oxfordien (N155° E). La pente de la partie utile de l'alvéole est de l'ordre de 1 %.

Les alvéoles MA-VL sont reliées à la galerie de liaison par une galerie d'accès (GAC).

Les alvéoles MA-VL sont constitués de plusieurs parties :

- une zone d'accostage destinée à recevoir la hotte pour le déchargement des colis (ZACC) ;
- une cellule de manutention (CM) ;
- une partie utile de l'alvéole pour le stockage des colis ;
- une jonction de retour d'air servant à la ventilation de l'alvéole (JRA).

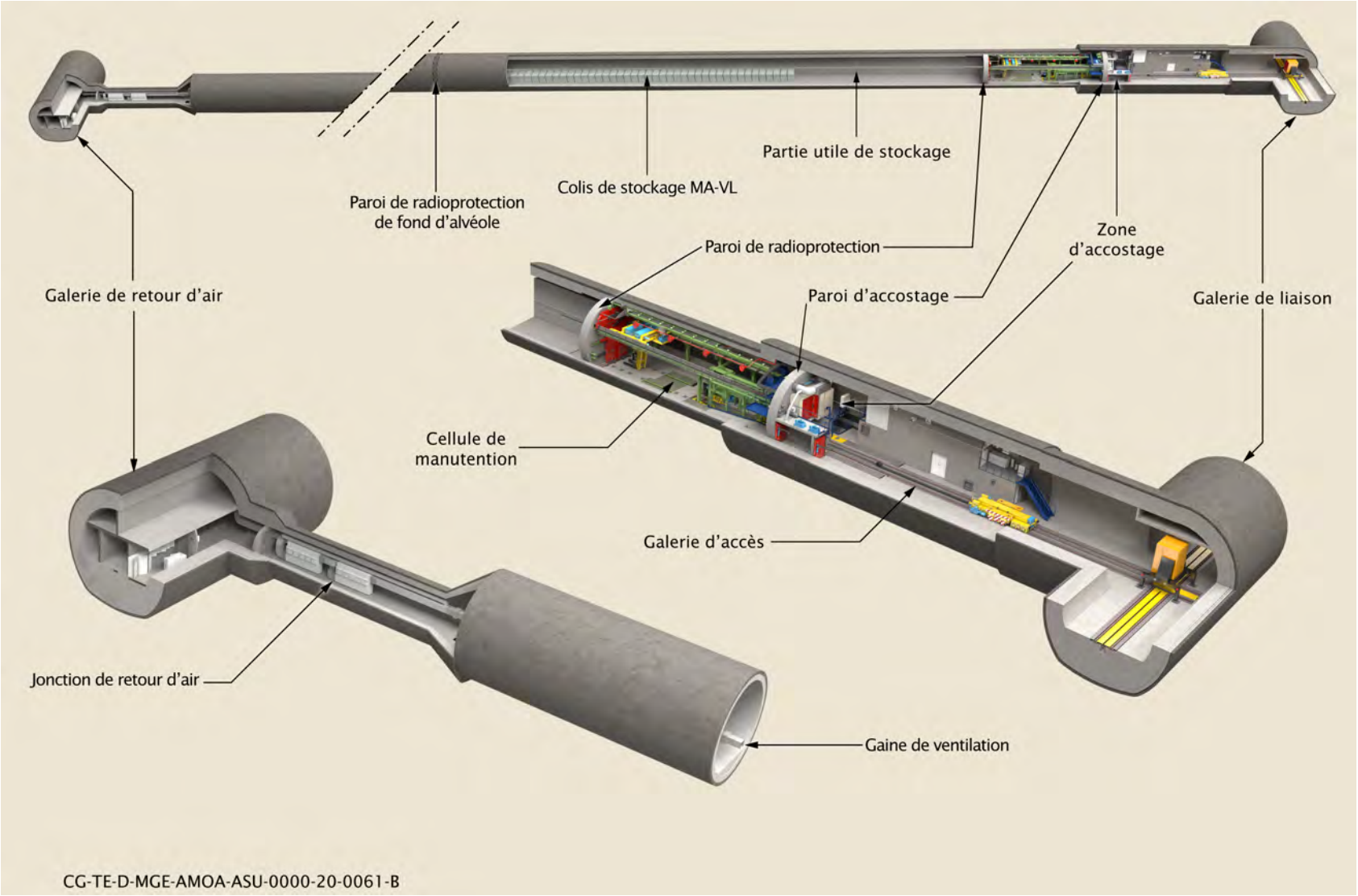


Figure 1-14 Illustration de la constitution d'un alvéoles de stockage MA-VL

Le stockage des déchets MA-VL est actuellement envisagé de la façon suivante pour la T1 dans les quatre premiers alvéoles MA-VL mis en service pendant la Phipil :

- un alvéole de stockage pour des colis de déchets MA-VL de type coque Béton Fibre (CBF-C'2), sans conteneur béton ;
- un alvéole pour des colis de déchets MA-VL de type conteneurs standards de déchets compactés (CSD-C), sans conteneur béton ;
- un alvéole pour des colis de déchets MA-VL de type conteneurs standards de déchets compactés (CSD-C), mis en conteneur béton ;
- un alvéole (co-stockage géométrique) pour les colis de déchets MA-VL de type coques et embouts cimentés embouts cimentés (CEC), conteneurs amiante ciment CAC et CSD-C, mis en conteneur béton.

Ces alvéoles pourraient recevoir d'autres types de colis de déchets, s'ils sont autorisés par l'ASN. Par exemple, des colis de déchets provenant de l'installation DIADEM, non encore conditionnés, pourraient, sous réserve d'autorisation, être stockés dans l'alvéole pour des colis de déchets MA-VL de type conteneurs standards de déchets compactés (CSD-C), mis en conteneur béton.

La capacité du quartier de stockage MA-VL est à ce stade de 26 alvéoles au sein de la boucle, sans préjuger d'évolutions possibles de capacité offertes par la flexibilité du quartier au regard d'évolution du besoin industriel (inventaire, conditionnement, mode de stockage…). Les deux galeries de liaison qui desservent l'ensemble du quartier sont construites dès la tranche T1.

La partie utile de l'alvéole est une chambre de stockage en béton de section rectangulaire. Sa géométrie est adaptée à la forme des colis de stockage. Elle permet la circulation du pont stockeur pour la mise en place des colis et pour leur retrait éventuel.

Un système de ventilation assure un balayage de l'alvéole. L'entrée d'air s'effectue du côté de la galerie d'accès et son extraction s'effectue en fond d'alvéole par la partie jonction retour d'air (JRA), équipé d'un système de filtration, et qui assure la jonction avec la galerie de retour d'air (GRA). La longueur de la jonction de retour d'air varie en fonction de la longueur utile de l'alvéole.

1.3.3.1.3 Les galeries de retour d'air

Les galeries de retour d'air sont connectées à la jonction de retour d'air au fond des alvéoles MA-VL et permettent d'acheminer l'air extrait des alvéoles MA-VL vers le puits VVE. Ces galeries sont également conçues pour accueillir la circulation du personnel et les équipements en vue des opérations de maintenance.

1.3.3.1.4 La galerie travaux

La galerie travaux permet de faire la liaison entre la partie du quartier de stockage en zone travaux et la ZSLT afin de construire les différentes tranches d'alvéoles sans interférer avec la zone en exploitation.

1.3.3.1.5 Le démonstrateur d'alvéole MA-VL

Un démonstrateur d'alvéole MA-VL est construit en début du quartier de stockage MA-VL afin de vérifier en situation réelle (*i.e.* Dans l'installation souterraine) que le principe de réalisation retenu pour les alvéoles est adapté, notamment au regard des conditions de creusement et des modes de réalisation du génie civil. Cet alvéole devient ensuite un alvéole témoin en inactif pour la surveillance du comportement des alvéoles voisins, représentatif de leur état et permettant des mesures directes.

1.3.3.2 Le quartier pilote HA

Le quartier pilote HA (construit en tranche T1) est constitué (cf. Figure 1-15) :

- d'alvéoles de stockage HA équipés, pour les opérations de mise en stockage des colis de déchets HA, les opérations de retrait d'exploitation et la surveillance ;
- d'alvéoles HA témoins inactifs conformément à la stratégie de surveillance proposée (cf. « La stratégie de surveillance de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo » (11)) qui ont pour vocation de donner accès à des mesures directes inaccessibles en alvéoles actifs (coupons de corrosion, scans 3D par robot, mesure de l'état de surface et des déformations radiales, etc.) ;
- de démonstrateurs d'alvéoles HA (démonstrateur de constructibilité et de fermeture HA) ;
- d'ouvrages de liaison entre la zone de soutien logistique et les alvéoles et démonstrateurs, à savoir notamment les galeries de liaison et d'accès dédiées au transfert des colis de déchets HA.

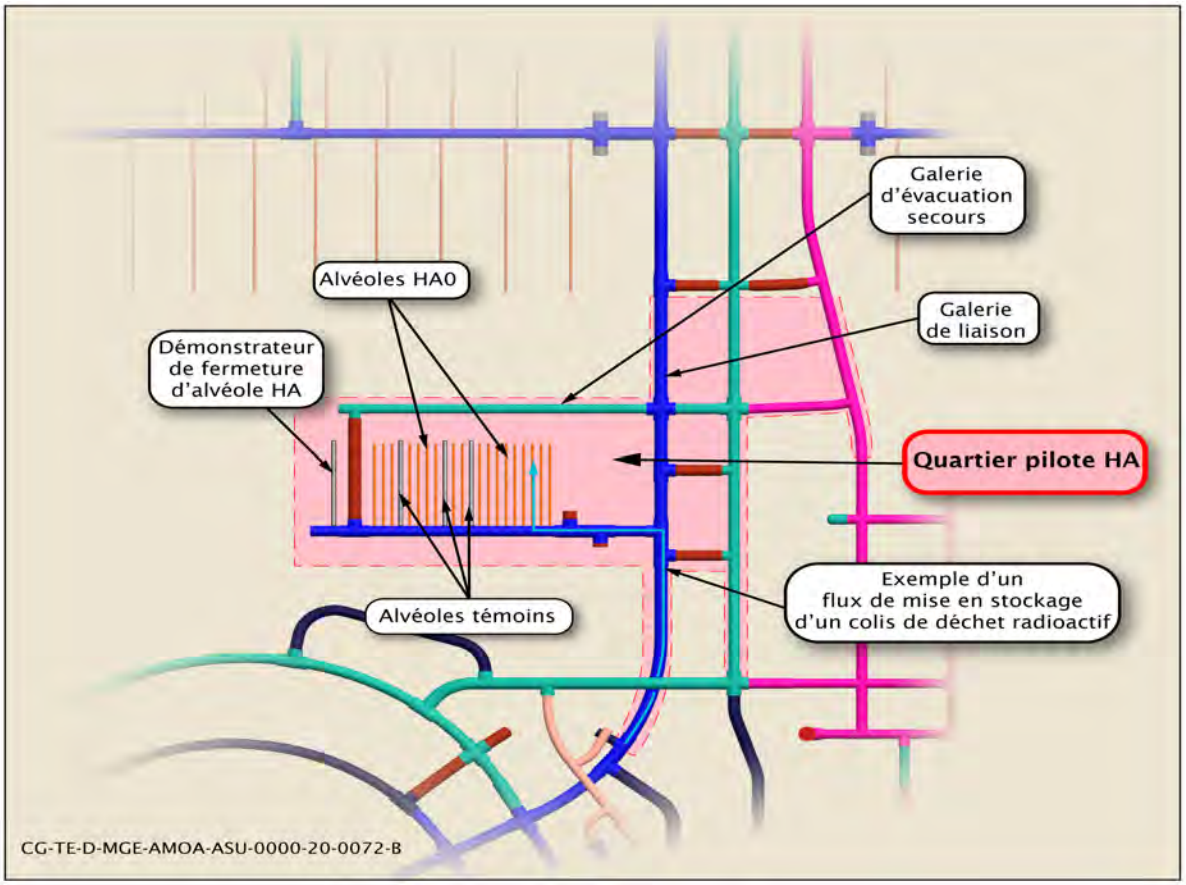


Figure 1-15 Illustration en plan du quartier pilote HA

Une galerie de liaison dessert le quartier pilote HA. Elle est équipée de rails sur le radier permettant la circulation du chariot de transfert. La hotte pleine est déposée à l'intersection avec la galerie d'accès du quartier.

La galerie d'évacuation/secours est d'abord parallèle à la galerie d'accès, puis recoupe la galerie de liaison. Elle permet de garantir la fonction bitube au sein du quartier grâce à des recoupes.

La galerie d'accès permet d'accéder aux alvéoles de stockage à partir de la galerie de liaison reliée à la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE).

Une recoupe permet de faire la liaison entre la galerie d'accès et la galerie d'évacuation/secours en cas de blocage de la galerie d'accès. Cette fonction, appelée bitube, permet un double cheminement pour l'évacuation.

1.3.3.2.1 Les alvéoles du quartier pilote HA

Les alvéoles de stockage pour les colis de stockage HA « peu exothermiques » sont des micro-tunnels borgnes creusés dans la formation d'argilites du Callovo-Oxfordien. Leur longueur totale est d'environ 80 mètres. Ils présentent une faible pente (point bas vers la galerie avec une pente d'environ 2 %) afin de drainer passivement les eaux de ruissèlement. Ils sont revêtus d'un chemisage métallique.

Les colis sont mis en place dans l'alvéole au moyen d'un robot pousseur (cf. Figure 1-16). Un robot tracteur est utilisé pour leur éventuel retrait.

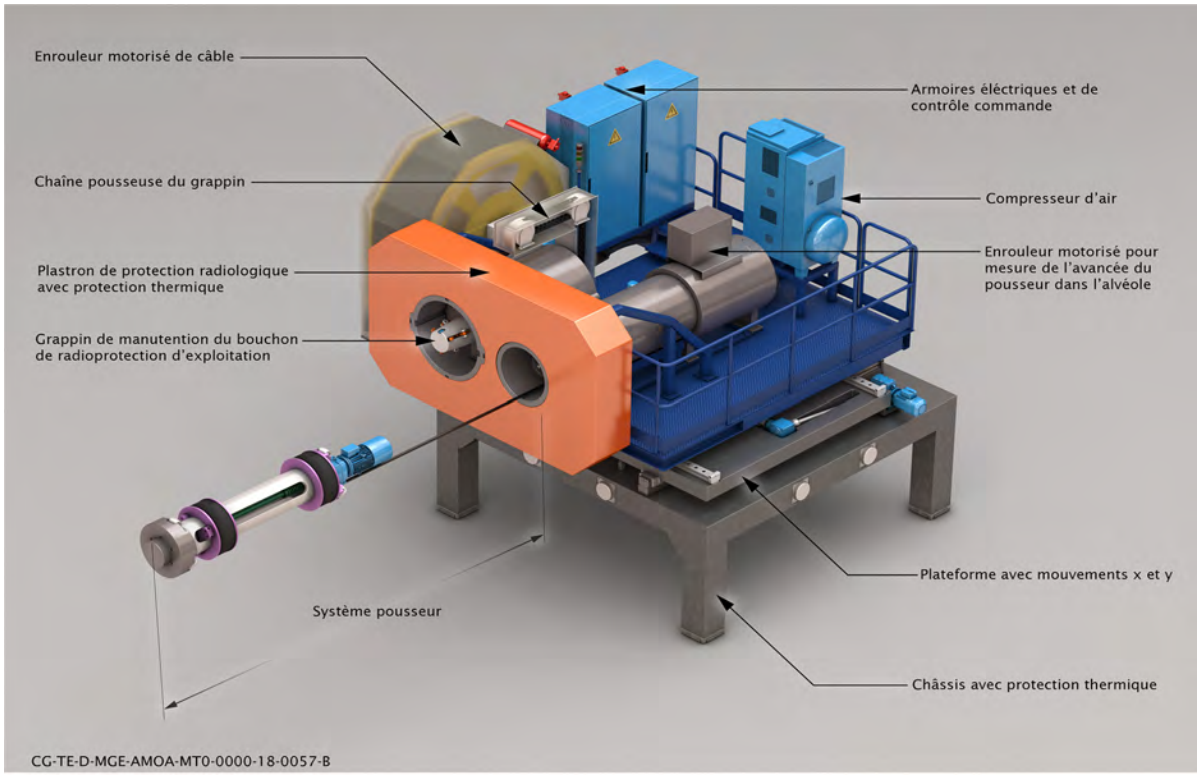


Figure 1-16 Illustration du robot pousseur de colis de stockage HA

Un alvéole HA est constitué de deux parties principales (cf. Figure 1-17) :

- la tête d'alvéole est constituée d'un massif d'accostage en paroi de la galerie, d'un tube en acier de diamètre supérieur au diamètre du chemisage et d'un tronçon destiné à recevoir des équipements temporaire ou définitifs :
  - ✓ lors de la phase de remplissage des colis, la tête d'alvéole accueille un bouchon de radioprotection d'exploitation. Ce bouchon est retiré et remis en place à chaque opération d'introduction de colis ;
  - ✓ la tête d'alvéole est obturée par une bride amovible (instrumentée) qui limite les échanges d'air entre l'alvéole et la galerie pour préserver les colis et le chemisage de la corrosion et permet de réaliser des prélèvements dans l'alvéole. Cet élément est retiré avant la phase de remplissage d'un alvéole puis remis en place après chargement. À la fin des opérations de remplissage d'un alvéole, le bouchon de radioprotection d'exploitation est récupéré et un bouchon de fermeture est introduit ;
- la partie utile de l'alvéole est principalement constituée du chemisage dans lequel glisse le colis lors de sa manutention.

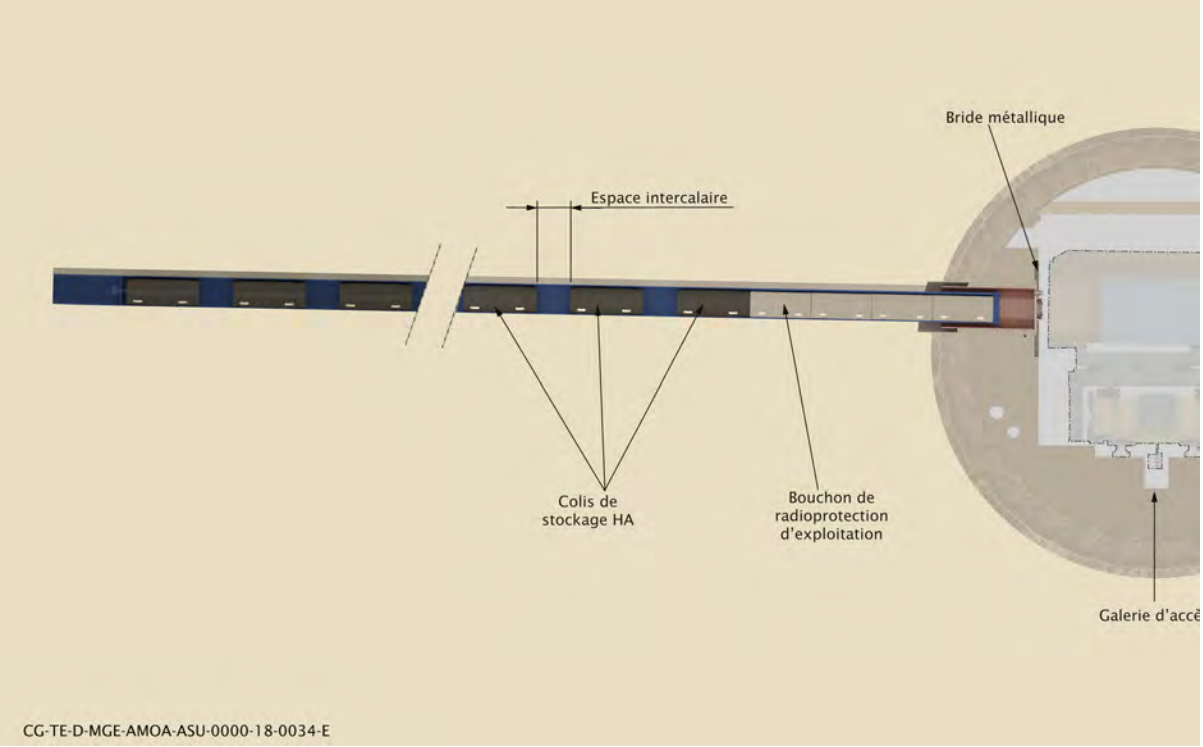


Figure 1-17 Illustration d'un alvéole HA

À la fin du remplissage du quartier pilote HA, les équipements de manutention dans les galeries sont mis en attente, aussi dits « sous cocon ». L'objectif de cette opération est de les préserver pour une éventuelle utilisation ultérieure (opération de retrait) tout en limitant au maximum les risques et les opérations de maintenance en attente de cette éventuelle réutilisation. Les démontages et mises sous cocon interviennent dans un délai d'environ un an après la fin du remplissage du quartier. L'ensemble des dispositifs de surveillance et tous les équipements participant à la sûreté sont maintenus opérationnels en attente des opérations de fermeture du quartier.

1.3.3.2.2 Les alvéoles témoins du quartier pilote HA

Le quartier pilote HA comporte des alvéoles témoins, en réponse aux principes directeurs suivants de la stratégie de surveillance (11) :

- les alvéoles témoins sont représentatifs de l'état des alvéoles voisins et permettent une mesure directe du comportement de certains équipements de l'alvéole HA en particulier le comportement des aciers (observation visuelle, coupons témoins de corrosion…) ;
- le nombre d'alvéole témoins est établi en lien avec l'enjeu de représentativité (trois alvéoles témoins sont prévus à ce stade dans le quartier pilote HA) ;
- compte tenu de l'enjeu de fermeture du stockage et donc des alvéoles, un alvéole, situé en fond de quartier pour être directement accessible par la galerie d'évacuation/secours, sera obturé constituant un démonstrateur d'alvéole fermé.

1.3.3.3 Le quartier de stockage HA

Le quartier de stockage HA est composé :

- de galerie d'accès ;
- d'alvéoles de stockage HA ;
- d'alvéoles témoins (à but de surveillance selon le même principe que celui décrit pour le quartier pilote HA) ;
- de recoupes ;
- d'une galeries travaux ;
- d'une galerie d'évacuation/secours ;
- d'une galerie de liaison.

Le quartier de stockage HA étant prévu d'être construit et exploité à un horizon plus lointain que le quartier pilote HA (au-delà de 2080), la conception des sous quartiers qui le constitue s'appuie à ce stade sur les mêmes principes que le quartier pilote HA, hormis la longueur des sous-quartiers (en cohérence avec l'inventaire quantitative concerné), la longueur des alvéoles (150 mètres pour les alvéoles du quartier de stockage HA) et sans préjuger d'optimisation futures.

1.4 Les dispositions principales de construction initiale

Il est présenté ici les principales dispositions de construction envisagée pour les installations et ouvrages de la T1.

Les principaux travaux menés pendant cette phase consistent en la construction des ouvrages et bâtiments permettant la mise en service de l'installation nucléaire de base (permettant la réception des premiers colis de déchets radioactifs).

Ils comprennent la construction d'installations de surface et le creusement des premiers ouvrages souterrains. Les principaux ouvrages construits et équipés pendant cette phase sont :

- l'installation de réception et de préparation des colis de déchets radioactifs de la zone descenderie (bâtiment nucléaire de surface EP1) et tous les autres bâtiments et ouvrages de surface liés au fonctionnement de l'installation nucléaire de base ;
- les liaisons surface-fond (descenderies et puits) et les zones souterraines de soutien logistique ;
- les ouvrages souterrains du quartier pilote HA et les premiers ouvrages du quartier de stockage des colis de déchets MA-VL ;
- les démonstrateurs.

Pour mener à bien ces opérations, des installations temporaires de chantier (ITC) sont mises en place. Elles sont déployées suivant en deux phases :

- la première phase regroupe la gestion des accès (parkings et voiries de dessertes), l'installation des bases vies (bureaux) et des premiers parcs matériels provisoires ;
- la seconde phase regroupe la mise en place des installations à caractère industriel (centrale à béton, concasseurs, centrales d'enrobage, zones de préfabrication d'éléments structurels, zones de maintenance, de stockage, d'entretien et de nettoyage des matériels ainsi que des moyens de levage, éclairages de chantier, etc.).

À la fin des chantiers, les surfaces accueillant les ITC seront remises en état.

Comme les aménagements préalables, les travaux de construction initiale s'accompagnent d'investigation géotechniques.

1.4.1 Le déploiement des installations temporaires de chantier

Après avoir notamment procédé aux aménagements préalables nécessaires aux débuts des travaux de la construction initiale de l'INB au niveau de la zone descenderie et de la zone puits, les installations temporaires de chantier sont mises en œuvre.

Une séparation logistique de la construction en différents chantiers est prévue afin d'éviter et/ou de limiter les croisements de flux du personnel et d'optimiser les distances entre les chantiers de construction et ces installations de chantier. La zone descenderie accueille les installations temporaires de chantier nécessaires à la construction des bâtiments de surface de la zone descenderie et au creusement et à la construction des descenderies et des premiers ouvrages souterrains des zones de soutien logistique et des zones de stockage.

La zone puits accueille les installations temporaires de chantier nécessaires à la construction des bâtiments de surface de la zone puits et au creusement des puits.

Sur chaque zone, des chantiers sont répartis sur différentes parties de la zone en fonction de la nature des travaux.

Par exemple, sur la zone descenderie, le chantier de construction des descenderies est séparé du chantier de construction du bâtiment nucléaire de surface EP1.

Ces installations temporaires de chantier peuvent de fait notamment être composées :

- d'aires de stationnement mutualisées pour les véhicules personnels ;
- de bureaux de chantier (y compris sanitaires, vestiaires et réfectoires) ;
- d'aires de stationnement pour les engins de chantier et véhicules entreprises ;
- de zones de stockage des matériaux de construction ainsi que des matériels ;
- de zones d'entretien des véhicules de chantier y compris de réparation des matériels d'excavation ;
- de zones de stockage des déblais/remblais avant réutilisation ;
- de zones de préfabrication (ferraillage…) ;
- de zones de tri des déchets ;
- de zones dédiées aux moyens de levage de type grues à tour.

1.4.2 Les installations de chantier spécifiques

Les installations de chantier pour la construction initiale comprennent également les installations spécifiques suivantes :

- les centrales à béton :
  - ✓ en zone descenderie, les installations nucléaires de surface sont des ouvrages qui se prêtent peu à de la préfabrication, pour des raisons d'étanchéité, de solidité et d'épaisseur de murs. Les bâtiments concernés sont donc traités comme coulés en place. Ils nécessitent des quantités importantes de béton. Il est nécessaire d'installer deux centrales à béton distinctes pour la construction des ouvrages que sont le bâtiment nucléaire de surface EP1 et les descenderies du fait de natures de béton différentes, de pointes de production similaires et du besoin d'une certaine proximité avec chacun des chantiers aux vues des quantités importantes de béton nécessaires à la construction de ces ouvrages. La production de béton pour l'ensemble des autres bâtiments de la zone descenderie, de quantité moindre, pourrait faire soit l'objet d'une troisième centrale à béton, soit d'une mutualisation avec les deux autres centrales présentes voire d'une livraison par camions toupie alimentés depuis des installations extérieures ;

- ✓ en zone puits, une centrale à béton est mise en place pour le chantier relatif aux ouvrages souterrains. Tout comme pour la zone descenderie, la production de béton pour l'ensemble des autres bâtiments de la zone puits pourrait faire l'objet d'une seconde centrale à béton qui leur est spécifique, d'une mutualisation avec la centrale utile à la construction de ouvrages souterrains ou d'une livraison par camions toupie alimentés depuis des installations extérieures ;

- les convoyeurs nécessaires aux installations temporaires de chantier : un convoyeur pérenne semi-enterré faisant partie de la liaison intersites permet notamment l'acheminement des matériaux extraits du creusement des ouvrages souterrains depuis la zone descenderie jusqu'à leur dépôt en zone puits. Ce convoyeur permet également l'amenée de matériaux de construction depuis le terminal ferroviaire fret jusqu'à la zone puits. En complément, un convoyeur provisoire est installé entre le terminal ferroviaire fret et les centrales à béton de la zone descenderie afin de les desservir en matériaux ;
- la zone d'entreposage temporaire d'explosifs : en cas d'utilisation d'explosifs, une zone d'entreposage temporaire en zone descenderie et en zone puits est prévu afin d'accueillir le besoin journalier en explosif. Ces zones sont éloignées des ouvrages à construire ainsi que des abords du site ;
- la zone de ravitaillement en carburant : la réception et la mise en œuvre de carburants pour l'alimentation des engins de chantier à moteurs thermiques et des groupes électrogènes est nécessaire ;
- la centrale de production des enrobés : sur la zone descenderie, la centrale des productions des enrobés nécessaires pour imperméabiliser les voiries et installée dès les aménagements préalables, est conservée jusqu'à la fin de la construction initiale.

1.4.3 Le creusement des liaisons surface-fond

Dans le cadre du dossier de demande d'autorisation de création, la méthode de fonçage de référence des cinq puits de l'installation nucléaire Cigéo est la méthode traditionnelle, dite de foration-tir. Cette méthode a déjà été mise en œuvre avec succès au Laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne pour la réalisation de deux puits de profondeurs équivalentes à ceux du centre de stockage Cigéo et ne nécessite pas de complément de démonstration particulier, en regard de méthodes mécanisées comme par exemple les tunneliers verticaux pleine face.

La méthode de creusement à l'explosif consiste à creuser un puits borgne en descendant à partir d'un plancher de travail mobile, à un ou plusieurs niveaux, suspendu depuis la surface à des câbles accrochés à un chevalement. Un système de treuils et câbles permet la mobilité de ce plancher, ainsi que l'ensemble des équipements installés en puits (cuffats, ascenseur personnel, éclairage…).

Le cycle de fonçage généralement adopté est le suivant :

- abattage des terrains ;
- chargement et évacuation des déblais ;
- pose du soutènement, puis du revêtement lorsque celui-ci est nécessaire.

Préalablement à ces opérations de creusement des puits, les opérations suivantes doivent être réalisées :

- préparation de la zone d'accueil des chevalements (avant puits) et ateliers de treuillage des puits ;
- installation des chevalements et ateliers de treuillage ;
- installation des équipements d'alimentation et de connexion des chevalements (alimentation électrique HT, alimentation en eau, reprise des eaux d'exhaure) ;

- installation d'un élévateur à déblais et de trémies de stockage des déblais en tête de chaque puits en vue du chargement de la bande transporteuse assurant le transport des déblais vers les zones de réutilisation des déblais rocheux et vers la zone de dépôt de l'argilite excavée ;
- installation de centrales de ventilation extrayant l'air vicié des puits en cours de creusement et ultérieurement, après adaptation, en vue de leur utilisation pour la ventilation travaux (ultérieure à la construction initiale) et la ventilation exploitation.

La méthode de creusement envisagée pour le corps et le pied des deux descenderies est le creusement mécanisé au moyen de deux tunneliers à bouclier simple travaillant en parallèle.

Les méthodes de creusement envisagées pour les recoupes des descenderies sont les suivantes :

- l'explosif (hors de couche du Callovo-Oxfordien, soit les huit premières recoupes) ;
- méthodes conventionnelles au Brise Roche Hydraulique (BRH) dans le Callovo-Oxfordien.

Préalablement à ces opérations de creusement des descenderies, les opérations suivantes doivent être réalisées :

- installation d'une zone de montage des deux tunneliers. Elle permettra l'assemblage des modules à l'aide de grues de montage mais aussi à l'installation des équipements d'alimentation et de connexion des tunneliers (alimentation électrique HT, alimentation en eau, reprise des eaux d'exhaure) ;
- installation d'un élévateur à déblais et de trémies de stockage en tête de chaque descenderie en vue du chargement de la bande transporteuse assurant le transport des déblais vers la zone puits ;
- installation d'une centrale de ventilation extrayant l'air vicié des galeries en cours de creusement ;
- installation d'une zone de déchargement et de stockage provisoire des voussoirs.

1.4.4 La gestion des matériaux excavés de la zone « puits travaux et verses » de la zone puits

Les matériaux excavés sont regroupés en surface sur des aires d'entreposages provisoires, situées à proximité des points d'extraction, puis acheminés vers la zone de gestion par bande transporteuse. Si nécessaire, ils sont homogénéisés (concassage, tri) dans un bâtiment dédié. Cet ouvrage permet également d'assurer un stock tampon en cas de maintenance des bandes transporteuses.

Compte tenu de la topographie du site présentant un dénivelé vers la vallée de l'Ormançon, la zone d'implantation des verses est aménagée sur des plateformes étagées. Afin d'optimiser cette mise en dépôt et de réduire la surface totale de la zone, ces plateformes sont munies d'une digue sur les côtés nord, ouest et sud. Une couverture végétalisée est installée au fur et à mesure afin de protéger le Callovo-Oxfordien excavé des intempéries et de réduire les impacts environnementaux.

La réalisation des aménagements nécessaires à la gestion des verses (digue, bassins) sur la zone puits est étendue graduellement, afin de limiter le défrichement et la consommation d'emprise foncière dans le temps au juste nécessaire.

En phase de construction initiale, les flux liés à l'excavation des argilites du Callovo-Oxfordien se font de la manière suivante :

- jusqu'au creusement des puits, les matériaux excavés sont évacués par les descenderies service et colis puis transportés jusqu'à la zone de stockage des verses en zone puits *via* un convoyeur de matériaux (dit de plaine, parallèle à la liaison intersites) ;
- une fois les puits creusés, les matériaux excavés sont remontés en surface par le puits matériel et matériaux travaux (MMT) puis transportés jusqu'à la zone de stockage des verses en zone puits *via* un convoyeur enterré de transfert de l'argilite excavée.

1.4.5 Les ouvrages de protection des remontées de nappes phréatiques

Sur la zone descenderie, l'exécution de l'ouvrage de protection contre les remontées de nappe phréatique nécessite des méthodes de terrassement particulières (tirs de pré-découpage, pré-terrassement, etc.) et une mise en œuvre de moyens et de matériels (notamment centrale boues benthoniques implantée sur une installation temporaire de chantier dédiée composée d'un silo de stockage de poudre de bentonite, de bassins de stockage de boue neuves ou recyclées, d'éléments de traitement de type dessableur/cyclones, de tuyaux et d'une pompe pour la distribution de la boue).

1.5 Les tranches postérieures à la construction initiale

Il est présenté ici les ouvrages construits en vue des tranches ultérieures à la T1. L'INB Cigéo est effectivement conçue pour permettre la construction d'une tranche tout en exploitant la tranche précédente.

1.5.1 Les installations de surface

1.5.1.1 La construction de l'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal (ETH)

Des mesures conservatoires ont été prises pour la construction de l'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal (ETH) sur la zone descenderie.

Le bâtiment de réception des emballages à déchargement horizontal ETH est un ouvrage qui sera raccordé au bâtiment nucléaire de surface EP1 après la première mise en service de l'INB. L'objectif principal de cet ouvrage est de permettre la réception d'emballages à déchargement horizontal.

Le bâtiment nucléaire de surface EP1 a été étudié dès l'origine dans l'objectif de permettre la jonction d'un ouvrage construit en tranche ultérieure. Cela se concrétise par la possibilité de raccorder l'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal ETH au bâtiment nucléaire de surface EP1 par un tunnel de transfert, positionné afin d'assurer la mutualisation d'un transbordeur entre les deux, assurant ainsi une continuité de la manutention. Par ailleurs, le tunnel de transfert permet également l'extension de certains réseaux depuis le bâtiment nucléaire de surface EP1 (électricité de puissance, contrôle commande et conduite, fluides). Les accès du personnel se font également à partir du bâtiment nucléaire de surface EP1. Ces dispositions concourent à mutualiser au maximum les ressources disponibles.

Les fonctionnalités de l'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal ETH sont identiques à celles du bâtiment nucléaire de surface EP1.

Les travaux de construction de cet ouvrage se feront au sein d'un périmètre protégé, dit « en chaussette ».

1.5.1.2 Les mesures conservatoires pour la construction du bâtiment nucléaire de surface EP2

Des mesures conservatoires ont été prises pour la construction du bâtiment nucléaire de surface EP2. Ce bâtiment sera déployé vers l'est de la zone descenderie et amènera à étendre le périmètre physique de l'INB.

Cet ouvrage est construit ultérieurement à la première mise en service, en vue d'une mise en service à l'horizon 2080. L'objectif principal de cet ouvrage est de permettre la réception des colis de haute activité, notamment les colis HA1 et HA2, ainsi que certains colis HA0 et certains colis MA-VL vitrifiés stockés dans le quartier de stockage HA.

Le bâtiment nucléaire de surface EP2 est raccordé aux installations existantes par une jonction à l'est de la tête de descenderie colis, laquelle comprend des dispositions constructives afin de faciliter le raccordement par un ouvrage de liaison.

Un embranchement ferré du terminal ferroviaire nucléaire est prévu en vue d'orienter les wagons vers le bâtiment EP2.

Les travaux de construction de ce bâtiment se fera également au sein d'un périmètre protégé, dit « en chaussette ».

1.5.1.3 Les déconstructions/constructions de certains bâtiments et ouvrages de surface

Un programme de maintenance préventive (contrôles et essais périodiques adaptés) est mis en place afin de vérifier les caractéristiques fonctionnelles attendues des ouvrages et équipements et de vérifier qu'il n'y a pas de dégradation dans le temps de leurs caractéristiques. Un programme de jouvence (remplacement) est défini à des fréquences adaptées aux équipements et ouvrages afin d'anticiper leur vieillissement et/ou leur obsolescence.

Des travaux de déconstruction/construction éventuelles de bâtiments et ouvrages de surface pourront notamment être nécessaires. Ces travaux nécessitent des équipements et moyens classiques de construction/déconstruction.

1.5.2 Ouvrages souterrains

Après la première autorisation de mise en service de l'INB délivrée par l'ASN, les ouvrages construits lors la construction initiale seront exploités pour le stockage des colis.

Par la suite, pendant la centaine d'années prévue pour l'exploitation de l'INB, l'installation souterraine se développera régulièrement pour permettre la réception de la totalité des colis de déchets. Au fur et à mesure des besoins de stockage, les zones de stockage seront étendues de manière progressive (cf. Figure 1-18).

Pour des raisons de sûreté, les zones nucléaires en exploitation sont toujours séparées physiquement des zones en travaux (maîtrise des risques de coactivité notamment). Ainsi, les travaux de construction peuvent être effectués sans impact sur la poursuite des opérations de mise en stockage (chantier clos et indépendant).

Les opérations de raccordement et de mise en service de tranches d'ouvrages consistent à détruire le mur de liaison entre la zone d'exploitation et la zone de travaux après avoir reconstruit un mur entre la zone d'exploitation et la zone de travaux sur la séparation suivante, retirer les gravats présents à la destruction du mur, raccorder les voies de roulement des équipements (rails nécessaires aux chariots de transfert), raccorder les systèmes supports (électricité, ventilation, contrôle-comment), installer les navette dans les galeries d'accès, réaliser les essais de mise en service de l'extension. Ces opérations sont détaillées dans le « Dossier de justification des choix d'architecture souterraine » (12).

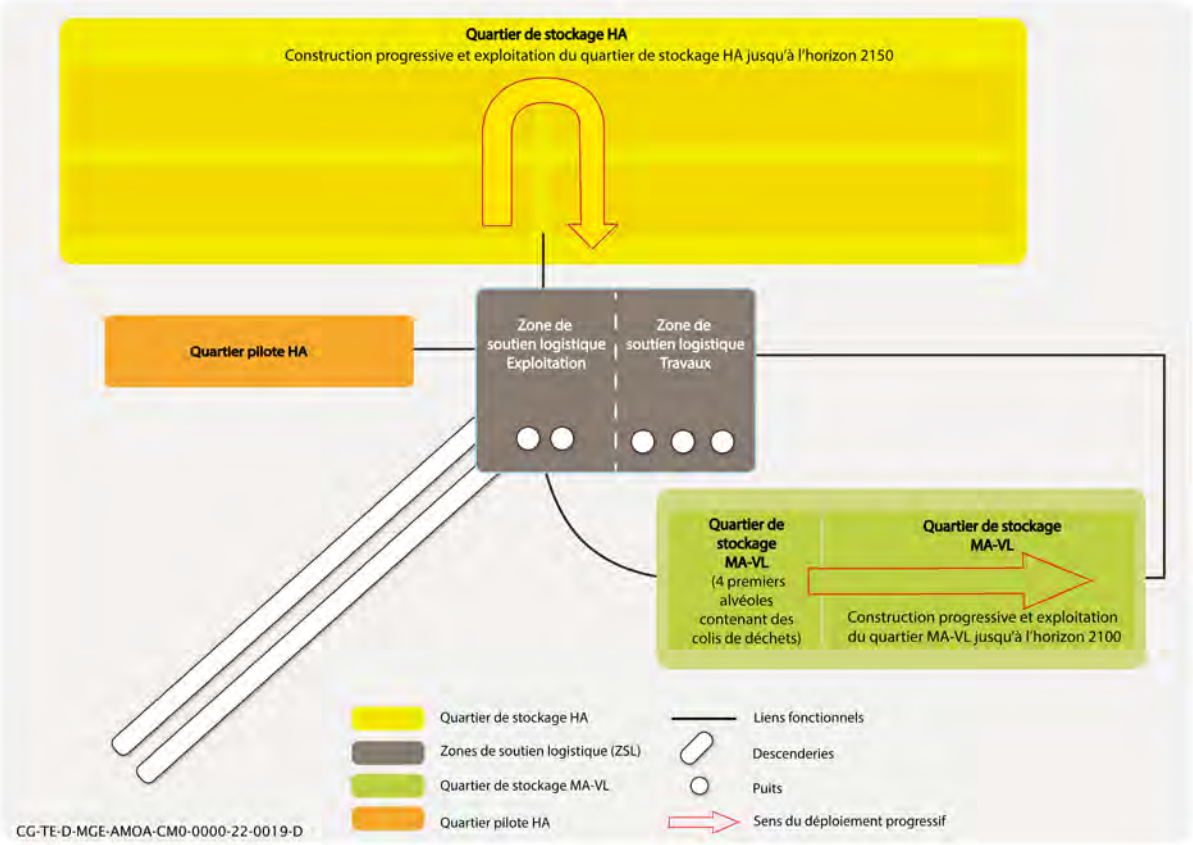


Figure 1-18 *Illustration schématique des étapes de construction et d'exploitation des ouvrages souterrains à terminaison*

1.5.2.1 Le quartier de stockage MA-VL

Actuellement, deux extensions sont prévues pour le quartier de stockage MA-VL :

- une tranche correspondant à la construction de 10 alvéoles ;
- une autre tranche correspondant à la construction de huit alvéoles.

Les alvéoles des tranches ultérieures sont similaires à la tranche T1, leur nombre est donné à titre illustratif. Ils s'inscrivent dans la boucle du quartier de stockage MA-VL construite en T1.

La réserve d'emprise au sein de la boucle creusée au tunnelier en T1 permet de garantir un certain nombre de flexibilités notamment vis-à-vis des évolutions de mode de conditionnement ou de stockage de certains déchets, par exemple. L'ensemble des dispositions relatives à la flexibilité sont décrites au volume 11 du présent rapport.

1.5.2.2 Le quartier de stockage HA

Quatre extensions de l'installation souterraine sont prévues à ce stade (cf. Figure 1-19) :

- le sous-quartier, au sud-ouest du quartier de stockage HA ;
- le sous-quartier, au nord-ouest du quartier de stockage HA ;
- le sous-quartier, au nord-est du quartier de stockage HA ;
- le sous- quartier, au sud-est du quartier de stockage HA.

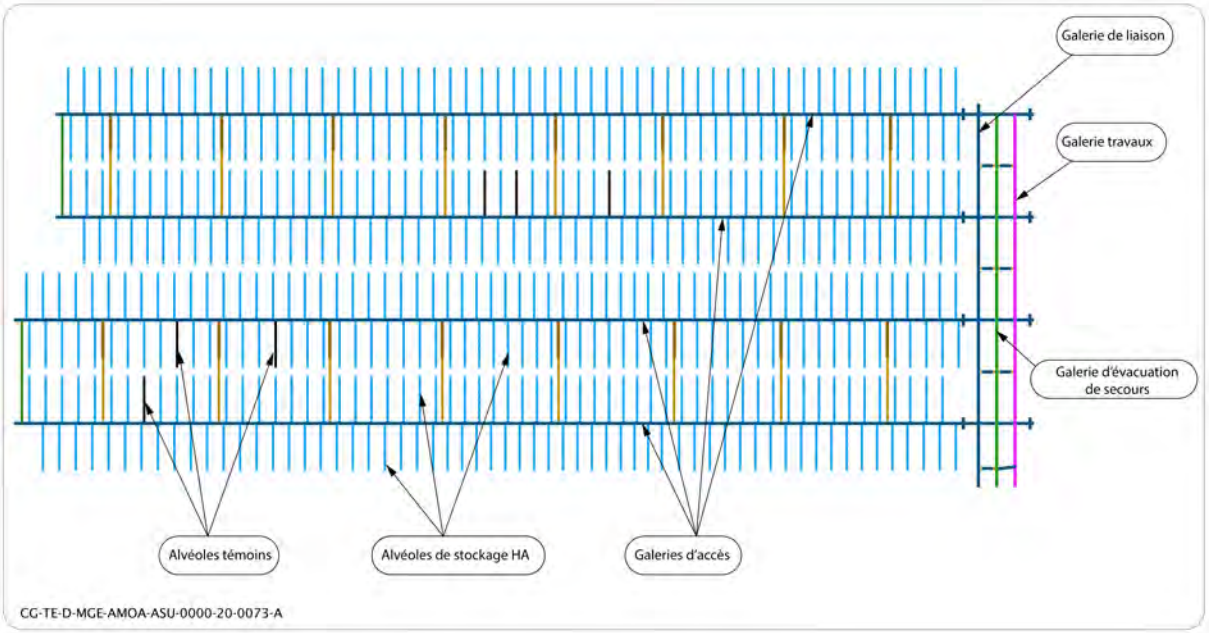


Figure 1-19 Illustration en plan de deux sous-quartiers de stockage HA

Une galerie de liaison dessert les alvéoles de stockage. Elle est équipée de rails posés sur le radier et permettant la circulation du chariot de transfert. Cette galerie de liaison est dans la continuité de la galerie de liaison du quartier pilote HA.

La galerie d'évacuation/secours est parallèle à la galerie de liaison et permet de garantir la fonction bitube au sein du quartier grâce à des recoupes.

La galerie travaux permet de faire la liaison entre le quartier de stockage et la ZSL travaux afin de construire les différents quartiers tout en limitant la coactivité.

1.5.2.3 Les alvéoles de stockage de colis de déchets HA du quartier de stockage HA

Le déploiement des alvéoles HA du quartier de stockage HA s'appuie sur des principes similaires à celui du quartier pilote HA en retenant une longueur d'alvéole de l'ordre de 150 mètres, sans préjuger des développements futurs (intégrant le retour d'expérience de l'exploitation du quartier pilote HA et des évolutions technologiques disponibles) qui pourraient être mis en œuvre d'ici sa mise en service envisagée à l'horizon 2080.

Dans la partie utile des alvéoles, compte tenu de leur puissance thermique, les colis HA1/HA2 sont déposés avec un espace intercalaire prédéfini constitué de vide ou de colis (HA0 ou MA-VL) faiblement exothermique.

1.5.2.4 Les recoupes techniques

Des recoupes techniques sont disposées dans l'ensemble des ouvrages souterrains permettant le passage du personnel ainsi que l'implantation de locaux techniques.

Chaque sous-quartier est lui-même constitué de deux galeries d'accès desservant les alvéoles de stockage. L'ensemble de ces sous-quartiers est réalisé en plusieurs phases depuis la ZSL travaux.

Les différentes galeries (liaison, évacuation/secours, travaux au centre des quartiers ou galeries d'accès au sein des quartiers) sont reliées par des recoupes.

1.5.3 Le déploiement

Dans un premier temps, c'est principalement la zone de stockage des colis de déchets MA-VL qui est construite et exploitée. La construction du quartier de stockage HA est entreprise par la suite. Le déploiement proposé est présenté dans la pièce 16 « Plan directeur de l'exploitation » (13).

1.5.4 La gestion des matériaux excavés

Le Callovo-Oxfordien excavé lors des travaux d'extension des ouvrages souterrains est géré au fur et à mesure des travaux de déploiement progressif de l'installation souterraine. Les modalités de gestion des matériaux excavés sont étendues à la phase fonctionnement.

En phase de fonctionnement, le flux de verses inclut :

- les verses excavées, liées à la construction des alvéoles de stockage, qui sortent par le puits matériel et matériaux travaux (MMT) pour être entreposées dans la zone de stockage des verses en zone puits *via* un convoyeur enterré de transfert de l'argilite excavée ;
- les verses excavées réutilisées pour la fermeture des différents quartiers de stockage, qui transitent par le convoyeur de plaine jusqu'à la zone descenderie puis la descenderie de service.

La surface totale des plateformes de la zone de verses et des plateformes pour l'entreposage des terres et la gestion des flux d'expédition, bassins de gestion des eaux compris, est d'environ 108 ha. Le volume global de Callovo-Oxfordien déposé ou transitant sur ces plateformes correspond à environ 11 millions de m^3.

2

Le fonctionnement de l'INB

2.1 Les opérations du process nucléaire de stockage 66
2.2 Les opérations de retrait en exploitation 104

Ce chapitre présente les opérations se déroulant dans l'INB, en l'occurrence au sein des installations nucléaires, depuis la réception des colis de déchets jusqu'à leur mise en stockage. Il détaille les éléments vus en chapitre 2.5.3 du volume 1 du présent rapport.

2.1 Les opérations du process nucléaire de stockage

2.1.1 La présentation générale des opérations

Les logigrammes ci-dessous présentent l'ensemble du process nucléaire ainsi que l'ensemble des flux annexes à celui-ci. Les chapitres suivants en présentent le contenu.

Le déroulement du process nucléaire est représenté sur les Figure 2-1 à Figure 2-6.

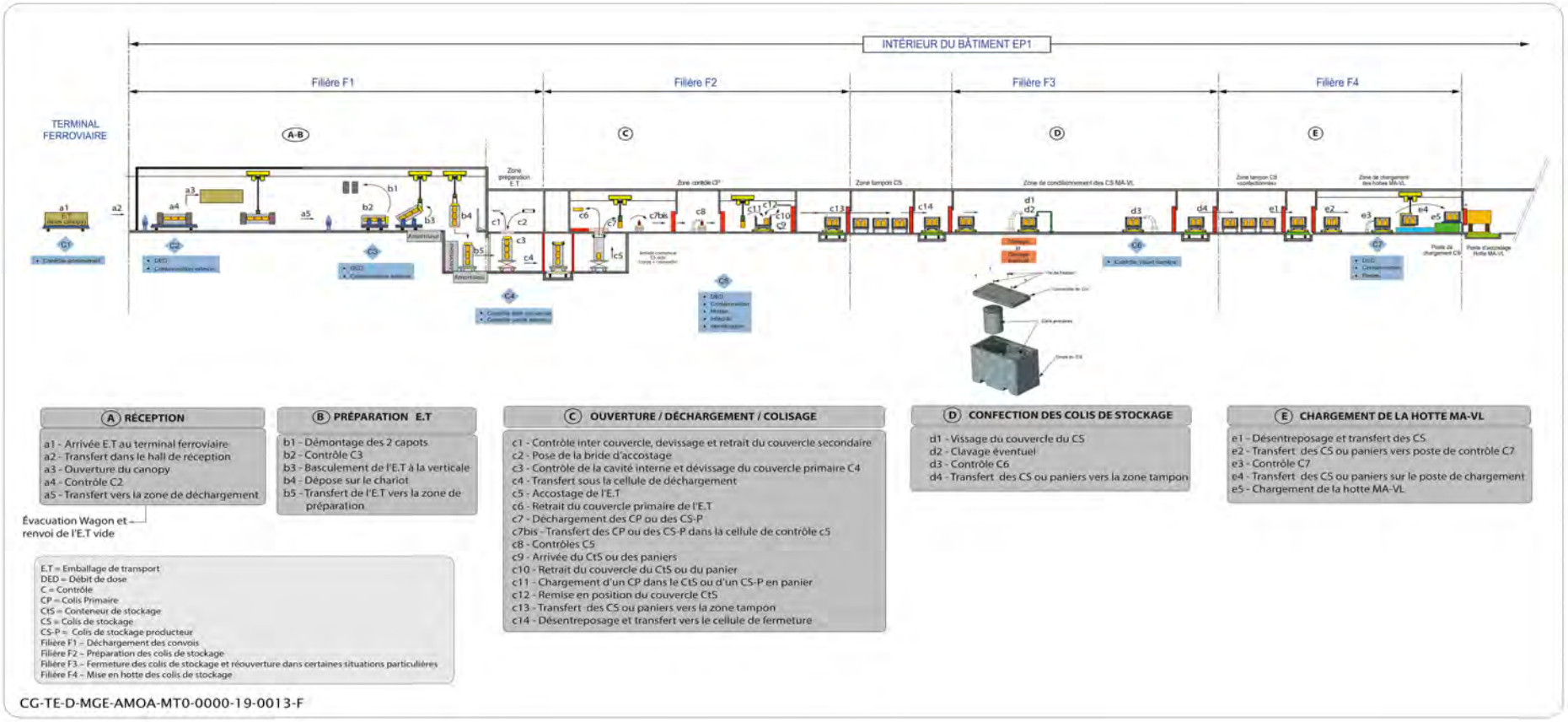


Figure 2-1 Synoptique du process de transfert des colis MA-VL dans l'installation nucléaire de surface

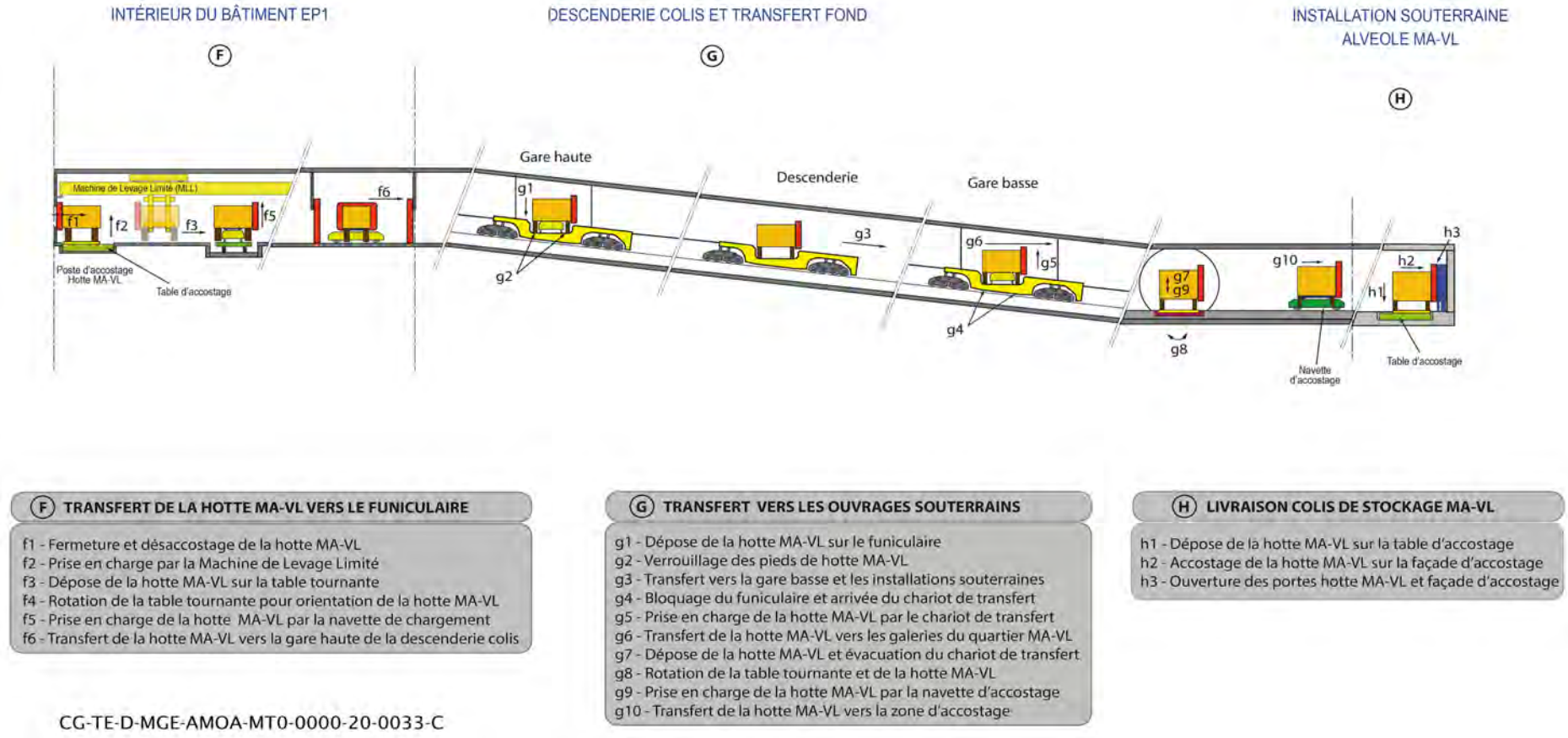


Figure 2-2 Synoptique du process de manutention d'un colis de stockage MA-VL, de la mise en hotte en surface jusqu'à l'accostage au fond

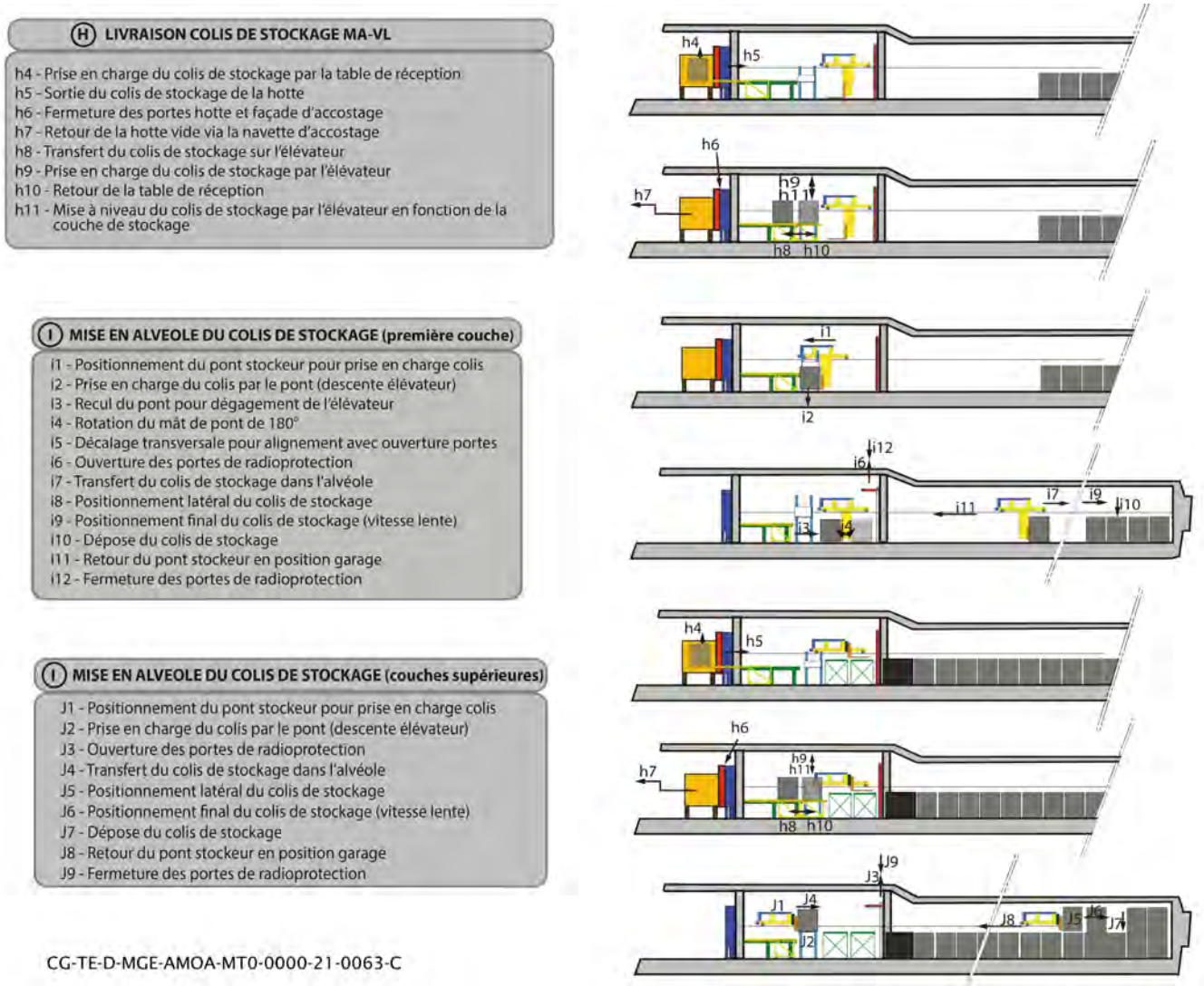


Figure 2-3 *Synoptique du process de manutention d'un colis de stockage MA-VL, dans le cadre des opérations de mise en alvéole de stockage*

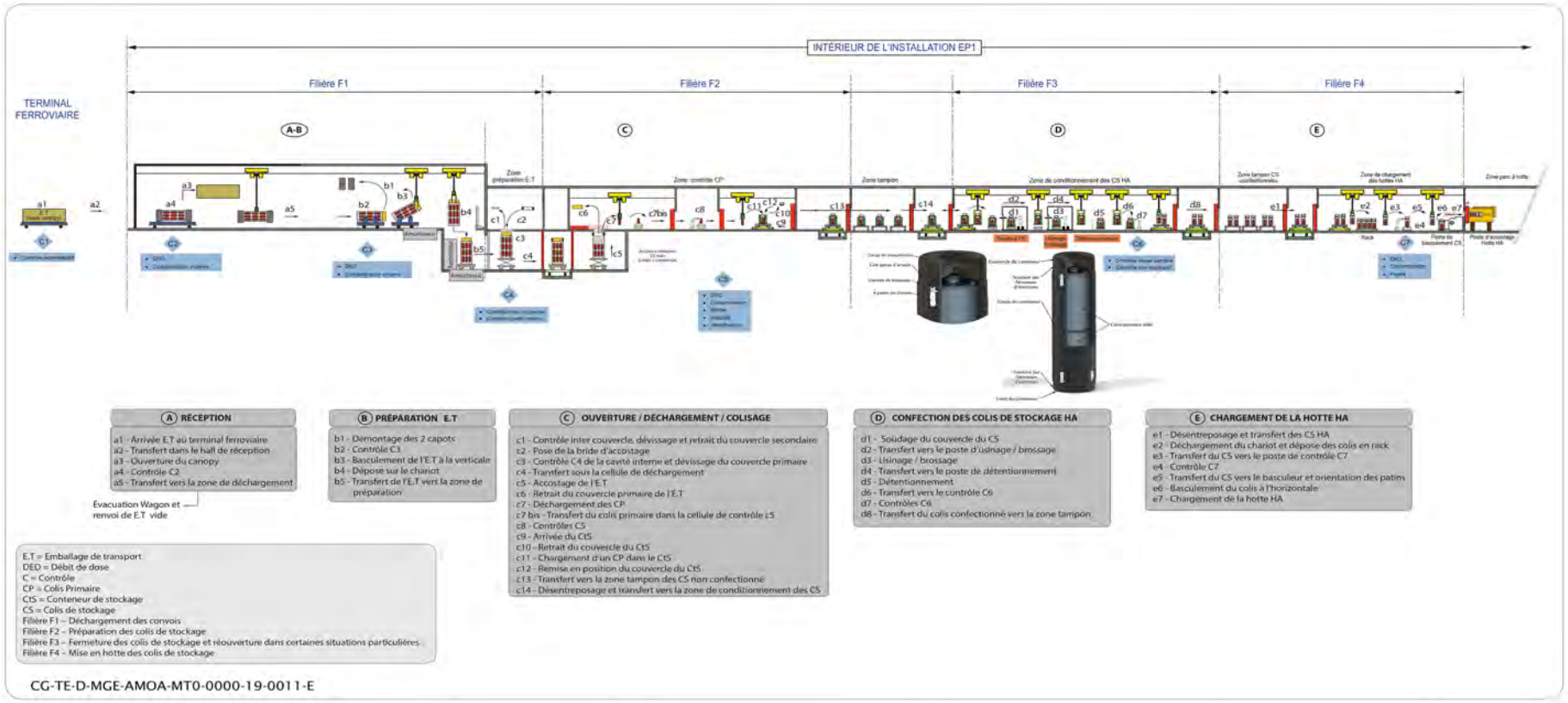


Figure 2-4 Synoptique du process de transfert des colis HA0 dans lle bâtiment nucléaire de surface EP1

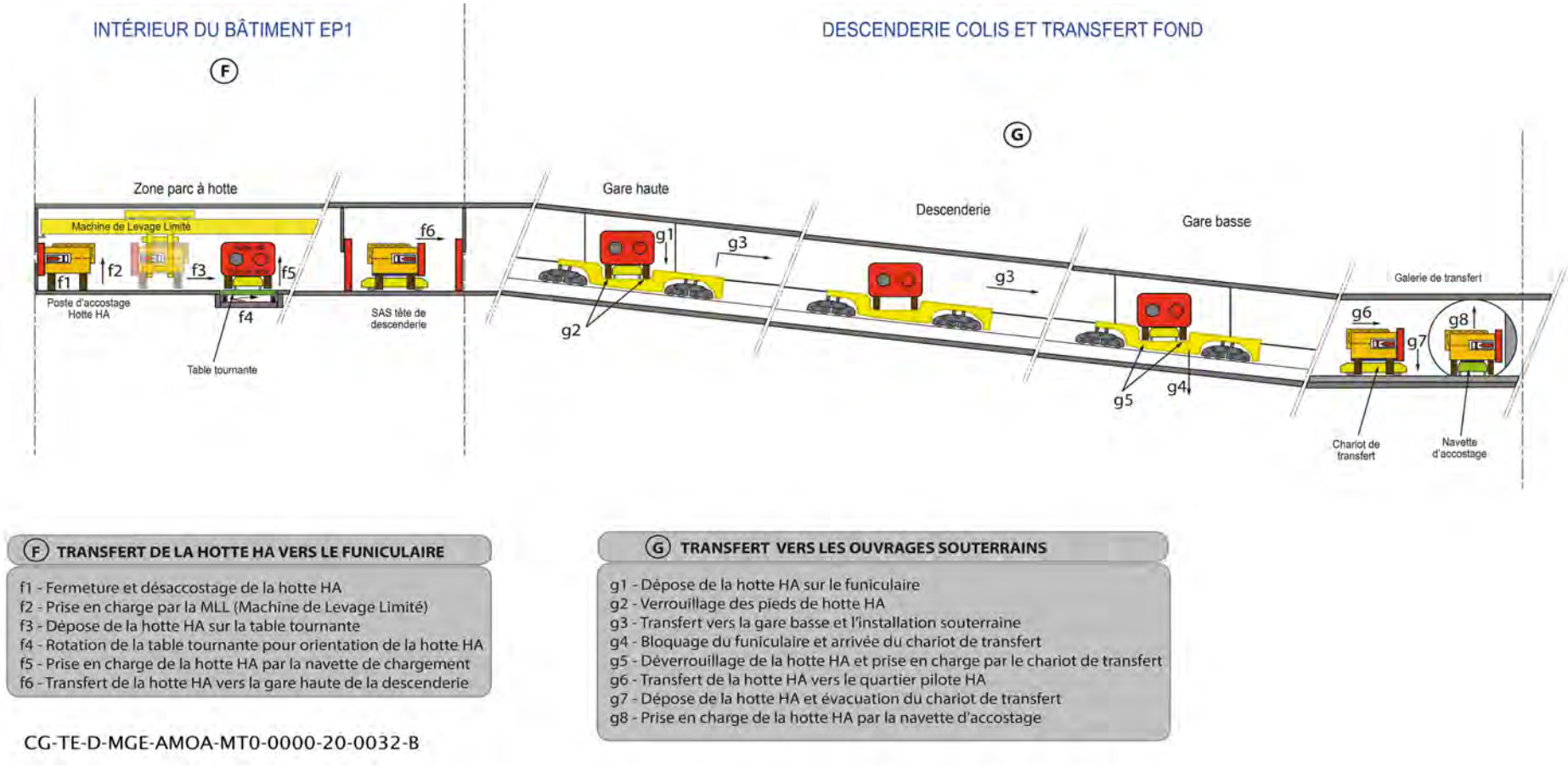


Figure 2-5 Synoptique du process de manutention d'un colis de stockage HA, de la mise en hotte en surface jusqu'à l'accostage au fond

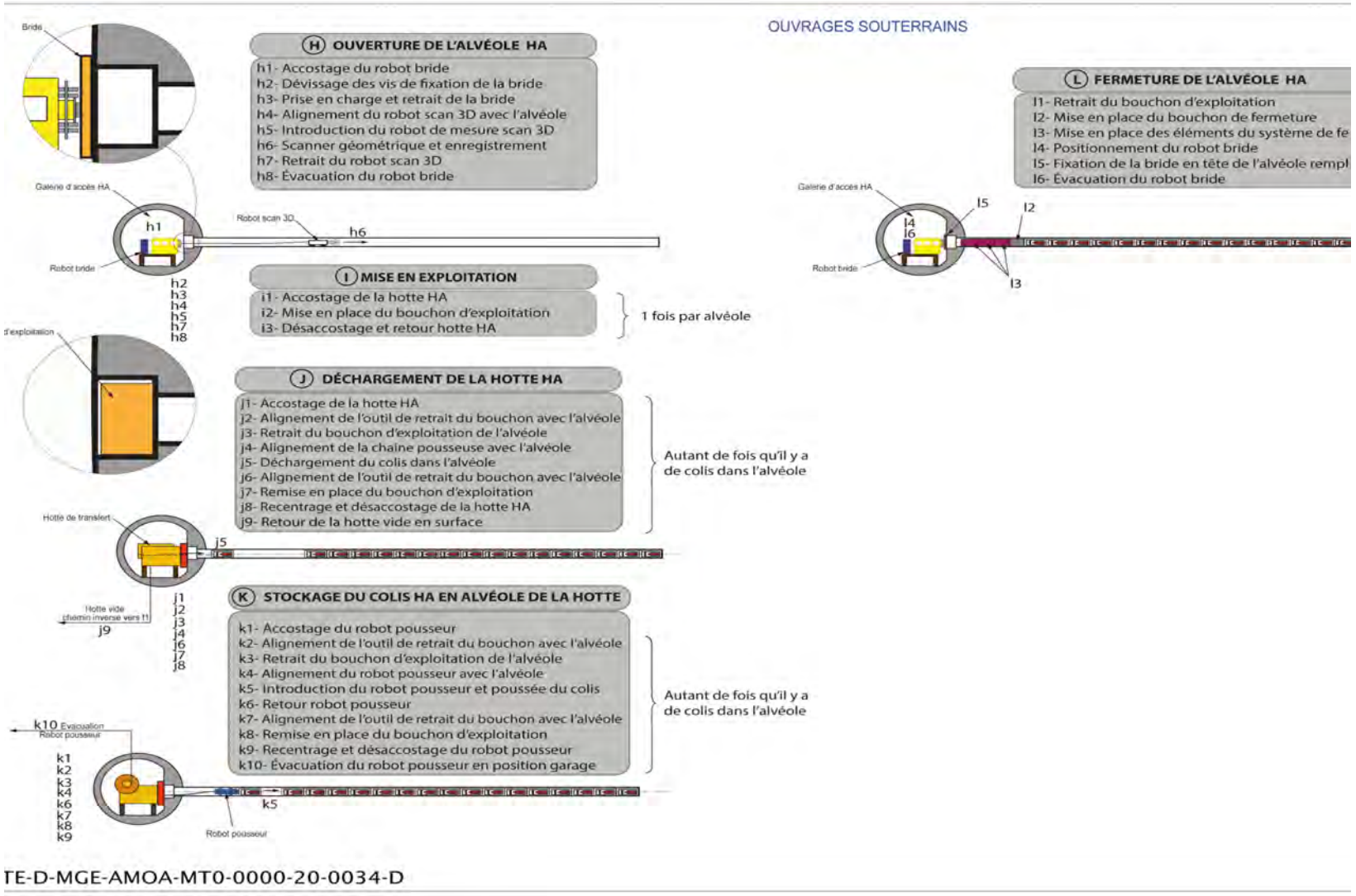


Figure 2-6 Synoptique du process de manutention d'un colis de stockage HA dans le cadre des opérations de mise en alvéole

2.1.2 La réception des convois ferroviaires et routiers

La figure 2-7 illustre les trajets des différents convois de déchets radioactifs vers l'INB Cigéo depuis les différents sites où ils sont actuellement entreposés.

Figure 2-7 Modes de transport des colis privilégiés trajets de transport illustratifs

2.1.2.1 La réception des convois ferroviaires

Les colis primaires de déchets nucléaires sont expédiés en grande majorité vers l'INB par convois ferroviaires. Ces convois ferroviaires arrivent par l'ITE à l'entrée du terminal ferroviaire nucléaire où ils font l'objet d'un contrôle (cf. Figure 2-8). À la suite de ce premier contrôle, le convoi est acheminé sur le site à l'aide d'un locotracteur dédié et la locomotive est détachée et reste en dehors de l'INB. Le

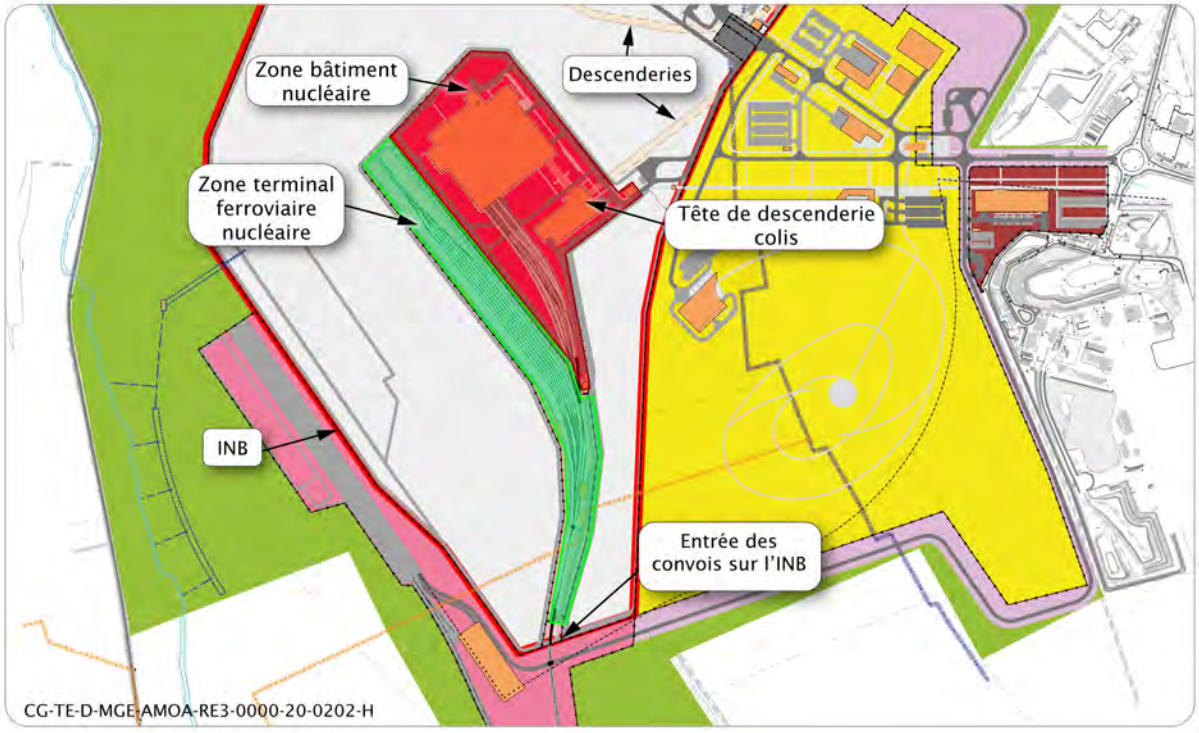


Figure 2-8 Réception des convois ferroviaires sur l'INB Cigéo

2.1.2.2 La réception des convois routiers

Une petite minorité de colis arrive par voie routière (Figure 2-9). À l'arrivée au poste de garde principal de la zone descenderie le contrôle administratif et de vacuité *(i.e.* C1) est assuré avant l'entrée sur le site du convoi. Le camion transite ensuite jusqu'à l'entrée de l'INB en zone exploitation puis en zone bâtiment nucléaire.

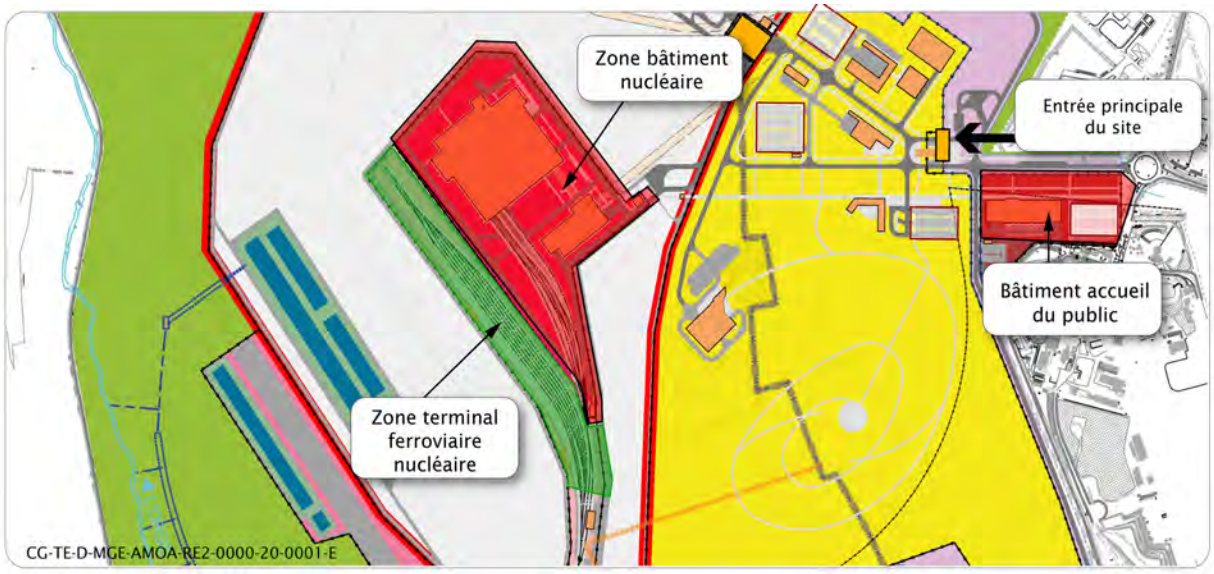


Figure 2-9 Réception des convois routiers sur l'INB Cigéo

2.1.3 Le transfert des wagons (ou des camions) vers le bâtiment nucléaire EP1

2.1.3.1 Le transfert des convois ferroviaires

Une fois un convoi arrivé sur le terminal ferroviaire nucléaire, les emballages de transport chargés passent sous la responsabilité de l'exploitant. [redacted] Une fois le wagon déposé dans le bâtiment, le locotracteur repart seul pour réaliser une prochaine opération.

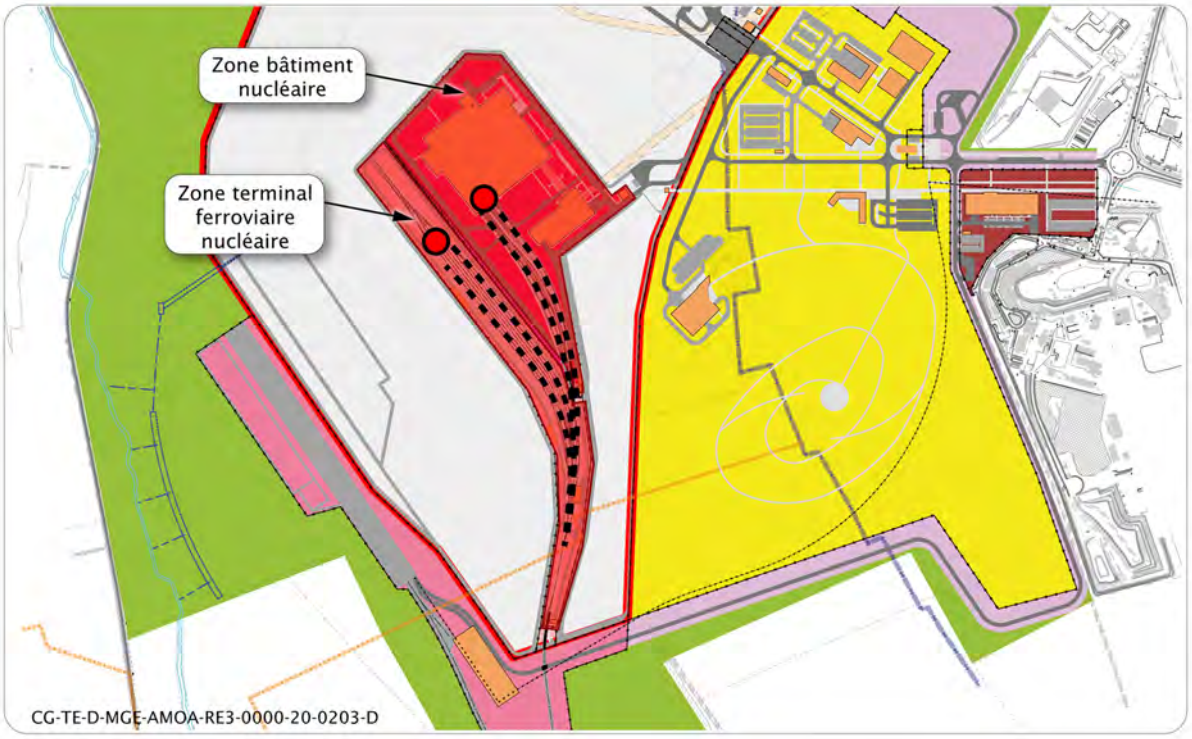


Figure 2-10 Transfert des convois ferroviaires au sein de l'INB Cigéo

2.1.3.2 Le transfert des convois routiers

Le convoi routier est acheminé jusqu'à la zone bâtiment nucléaire. Une fois dans la zone le convoi se dirige vers le hall de déchargement du bâtiment EP1 (cf. Figure 2-9), où l'emballage de transport est déchargé par un lorry. Le camion après déchargement réalise le parcours inverse pour repartir du site.

2.1.4 Les contrôles des colis

Les emballages de transport et les colis primaires de déchets radioactifs font l'objet d'une série de contrôles à réception et aux différentes phases du process (cf. volume 3 du présent rapport).

Ces contrôles sont :

- un contrôle administratif dit C1 ;
- des contrôles sur les emballages de transport sur convoi, déchargés puis vides respectivement dits C2 et C3 ;
- un contrôle de la cavité interne des emballages de transport dit C4 ;
- un contrôle des colis primaires une fois déchargés de leur emballage de transport dit C5 ;
- un contrôle des colis de stockage après fermeture (pour les colis primaires mis en conteneur de stockage et en paniers) dit C6 ;
- un contrôle des colis de stockage avant leur mise en hotte dit C7.

NOTE IMPORTANTE

Les contrôles énumérés ci-dessus n'intègrent pas les éventuels contrôles dits « hors-flux », qui ne concernent pas tous les colis mais seulement un échantillon, et qui seraient réalisés en vue de mesures complémentaires spécifiques sur la base d'équipements distincts des autres équipements de contrôle et d'exploitation. Les contrôles hors flux sont présentés à titre illustratif dans le chapitre 4.1.13 du présent volume.

Les critères associés aux contrôles des colis de leur réception à leur mise en hotte de transfert sont les suivants :

Tableau 2-1 Contrôles effectués sur les colis et les emballages de transport

N°	Contrôle	Critères (fonctionnement normal)
C1	Contrôle administratif	Respect de la déclaration avant envoi Validation de l'identifiant déclaré avant envoi
C2 C3	Contrôle de la température externe de l'emballage Contamination surfacique labile emballage Débit de dose emballage Contrôle visuel emballage de transport	Respect de la réglementation transport sur la voie publique Intégrité emballage, présence des scellés
C4	Contrôle air cavité emballage	Activité globale des émetteurs beta et gamma et des émetteurs α des aérosols et des gaz présents dans la cavité de l'emballage Contrôle présence de tritium, radon, gaz rares Pression interne, concentration H_2

N°	Contrôle	Critères (fonctionnement normal)
C5	Contamination surfacique non fixée CP/CS-P Débit de dose CP/CS-P Masse CP/CS-P Contrôle compatibilité dimensionnelle CP/CS-P Contrôle visuel et identification CP/CS-	 ≤4 Bq/cm² en émetteurs beta et gamma ≤0,4 Bq/ cm² en émetteurs alpha Débit de dose et masse conformes aux spécifications d'acceptation des colis
C6 MA-VL	Contrôle visuel CS MA-VL	Il s'agit de contrôle visuel par un opérateur assisté d'une caméra pour vérifier la conformité aux spécifications du vissage et le cas échéant du clavage des conteneurs bétons ou des paniers. Il s'agit de vérifier l'absence : éraflures, chocs, fissurations couvercle, défauts de mise en place et de fermeture.
C6 HA	Contrôle visuel CS HA Contrôle non destructif	Intégrité des patins du colis et de la soudure pour les colis HA Détection des défauts de surface et en profondeur de la soudure (NF EN ISO 13919-1 de 2019 niveau B (14))
C7	Contamination surfacique labile CS (hors face inférieure) Débit de dose CS Masse CS Contrôle visuel et identification CS	 ≤4 Bq/cm² en émetteurs beta et gamma ≤0,4 Bq/ cm² en émetteurs alpha (avec un objectif d'absence de contamination non fixée pour les CS confectionnés dans l'INB Cigéo) Absence de défauts, n° d'identification

2.1.5 Le déchargement des wagons (ou camions)

Lorsque le wagon (ou camion) est dans le hall de déchargement du bâtiment nucléaire de surface EP1, les canopies du wagon (camion) sont ouvertes, celui-ci est séché (si nécessaire) afin de pouvoir réaliser le contrôle C2 (Figure 2-11).

L'emballage de transport (ET) ensuite déverrouillé du wagon (ou camion) et transféré à l'aide d'un pont roulant au poste de contrôle C3 situé dans le même hall.

Le capot de protection sont retirés de l'ET à l'aide d'un pont roulant pour certains types d'emballage, les capots inférieurs ne sont pas nécessairement retirés. Le contrôle C3 est réalisé sur les surfaces découvertes de l'emballage.

En cas de détection de contamination lors des contrôles C2 ou C3, une opération de décontamination mécanique à sec est réalisée sur place pour revenir au niveau de contamination autorisé pour l'exploitation.

Une fois les résultats des contrôles C2 et C3 validés, l'emballage de transport est transféré à l'aide d'un pont roulant en fosse et mis en position verticale sur un chariot équipé d'une rehausse adaptée à ce dernier.

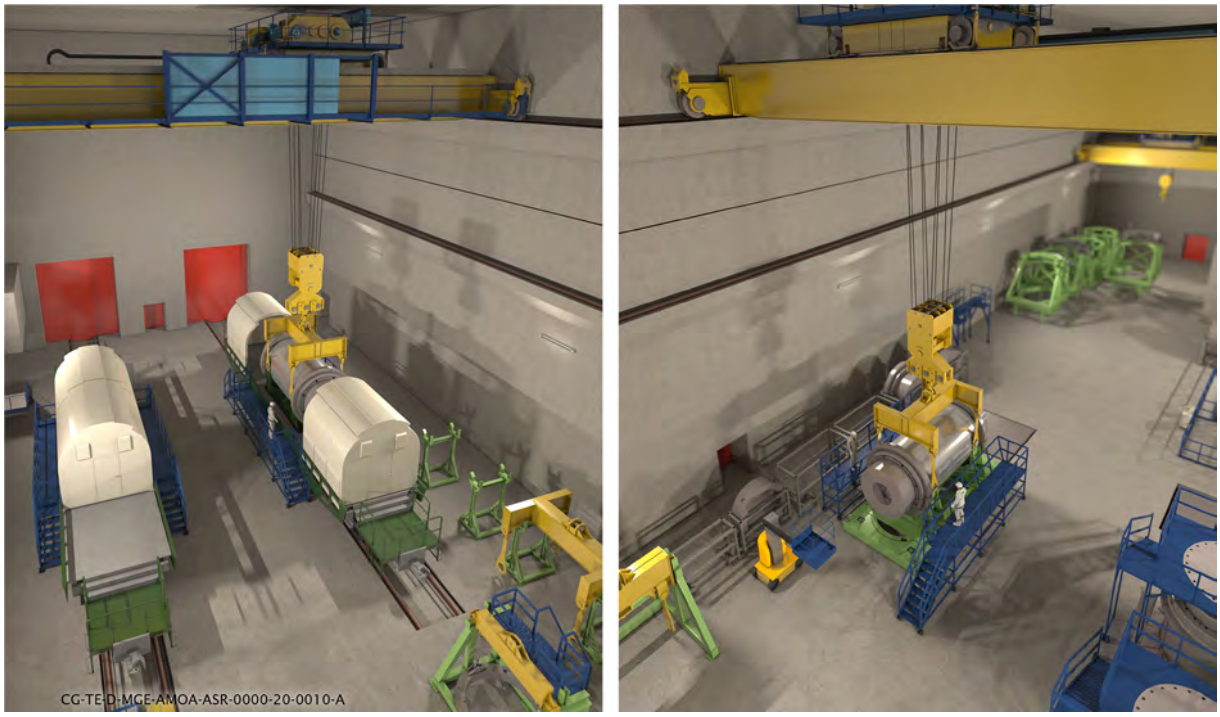


Figure 2-11 Illustration du hall de déchargement dans le bâtiment nucléaire

2.1.6 La configuration des emballages de transport (ET)

L'emballage de transport est préparé en vue de son déchargement.

Il est déplacé en fosse à l'aide d'un transbordeur et d'un chariot, ce qui évite ainsi les ruptures de charge, puis transféré au poste de préparation. La bride d'accostage est fixée sur l'emballage.

Un contrôle de l'atmosphère intérieure (C4) de l'emballage est réalisé. Le couvercle est ensuite dévissé à travers la bride d'accostage (cf. Figure 2-12).

Figure 2-12 *Illustration de la zone de dépose de la bride d'un emballage de transport*

L'ensemble chariot et transbordeur déplace l'emballage de transport jusqu'à la zone d'accostage. Il est ensuite élevé et accosté à la cellule de déchargement des emballages (cf. Figure 2-13).

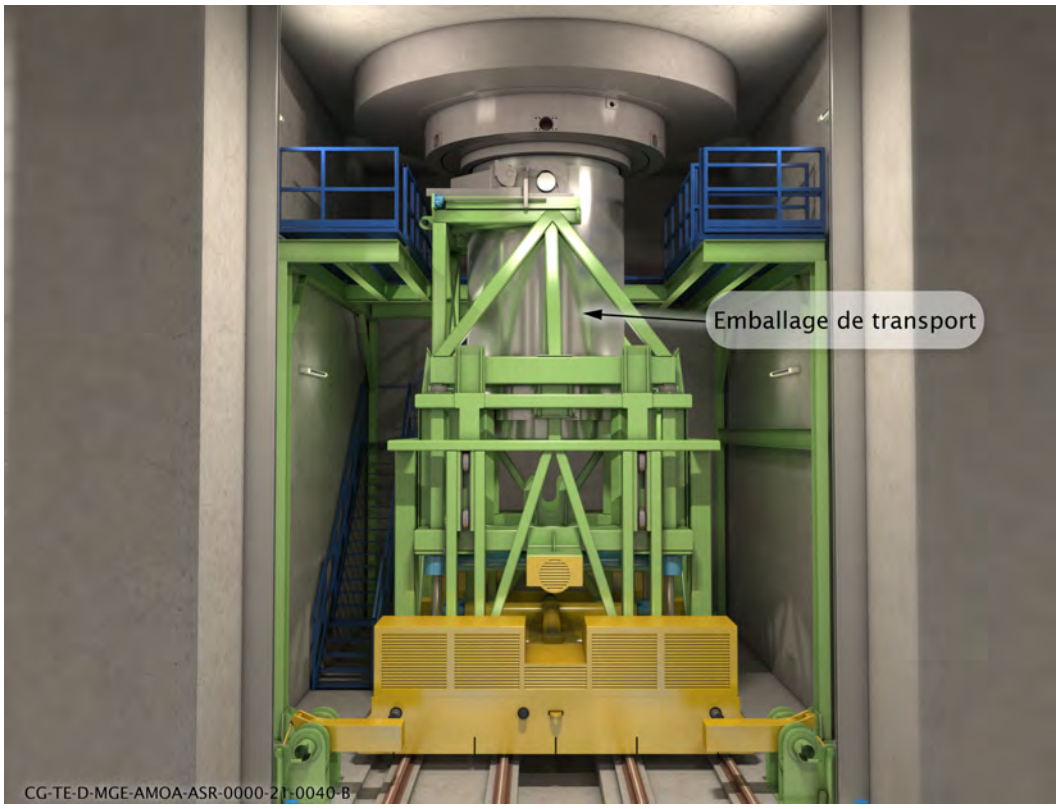


Figure 2-13 *Illustration d'un emballage de transport sur son chariot au poste d'accostage*

2.1.7 La prise en charge des colis de déchets

La prise en charge des colis de déchets correspond à l'ensemble des opérations depuis le déchargement d'un colis primaire jusqu'à sa mise en stockage. Elle comprend :

- une phase de préparation des colis (incluant la prise en charge des colis primaires dans leur emballage de transport, la réalisation des différents contrôles, leur mise en conteneur de stockage ou en panier et enfin la mise en hotte) ;
- une phase de transfert jusqu'aux alvéoles de stockage et leur mise en place en alvéole de stockage.

Le temps moyen de l'ensemble de ces opérations est :

- de l'ordre de 10 jours pour les colis MA-VL ;
- de l'ordre de 50 jours pour les colis HA (la mise en conteneur nécessitant des opérations plus longues).

2.1.7.1 Le déchargement des emballages de transport et préparation des colis de stockage

Le déchargement des emballages de transport débute dans la cellule de déchargement par l'ouverture de son couvercle. Ces opérations sont réalisées avec un pont de manutention, elles sont détaillées au chapitre 4.1.4 du présent volume. Après ouverture, les colis primaires sont déchargés à l'aide du pont de manutention. Ils sont déposés sur un ensemble de chariots permettant de les déplacer en noria entre plusieurs cellules (cf. Figure 2-14 et Figure 2-15). Cette noria fonctionne au travers d'un circuit qui permet d'une part, de transférer les chariots transportant des colis primaires et d'autre part, des chariots vides.

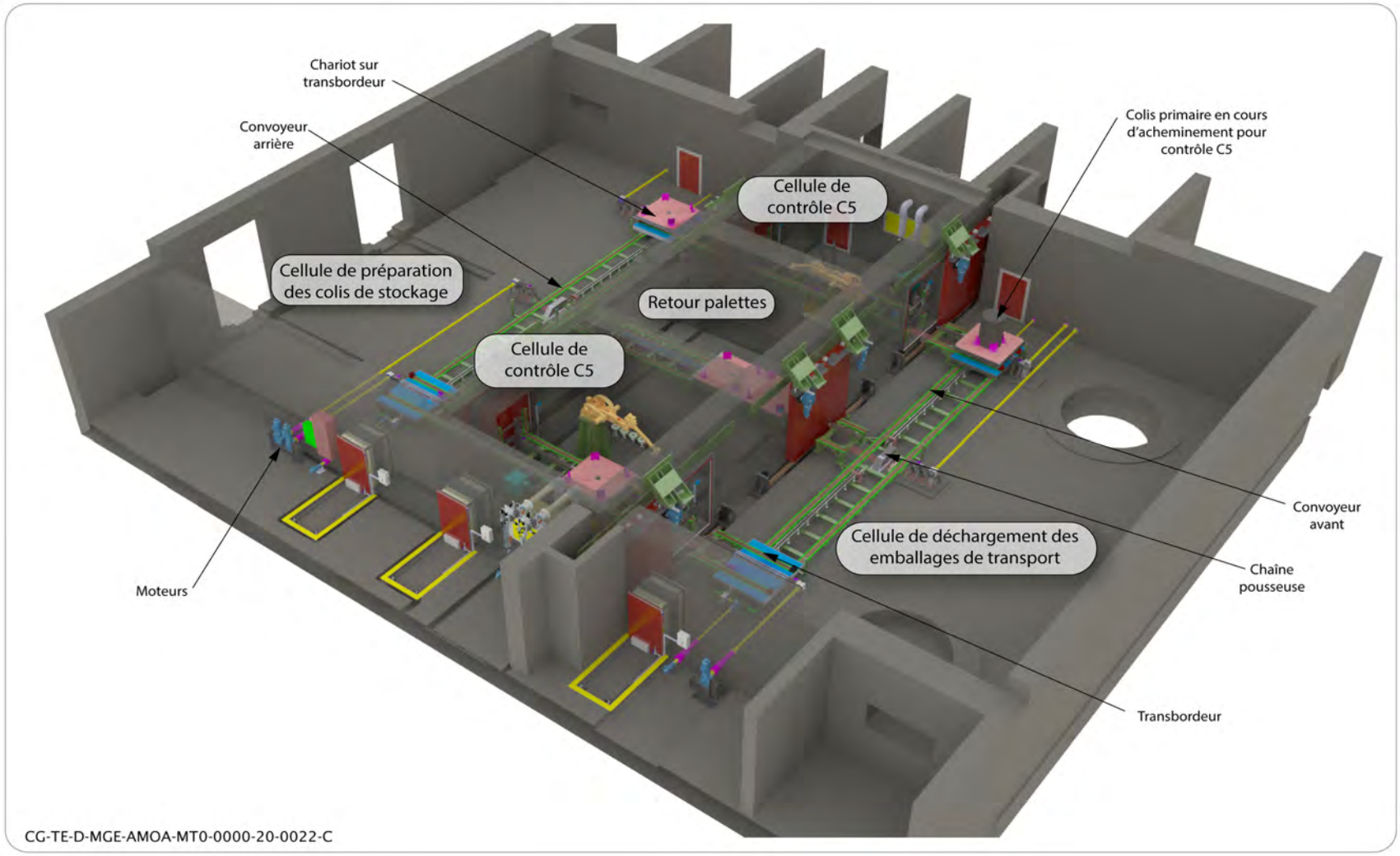


Figure 2-14 *Schéma de principe du système de transfert des colis primaires entre la cellule de déchargement (à droite) et la cellule de préparation des colis de stockage (à gauche)*

Figure 2-15 *Illustration des zones de déchargement des colis primaires d'un emballage de transport (à gauche) et de préparation des colis de stockage (à droite)*

Le colis primaire est transféré dans la cellule de contrôle C5, l'ensemble des contrôles visuels et radiologiques sont réalisés avec un bras robotisé utilisant un porte outil interchangeable En cas de non-conformité à la limite de contamination, le colis primaire est décontaminé sur place à l'aide de ce même bras. Les autres contrôles sont réalisés dans la cellule (cf. Chapitre 4.1.4 du présent volume). Après contrôle, le colis est transféré par la noria de chariots dans la cellule de préparation des colis de stockage.

Pour les colis primaires mis en conteneur de stockage, le conteneur neuf est transféré sur une palette dans cette cellule à l'aide d'un transbordeur et d'un chariot depuis la cellule de préparation des conteneurs. Un pont de manutention est présent dans la cellule pour déplacer le colis primaire de la noria de chariots jusqu'à l'intérieur du conteneur. Selon les familles de colis primaires le conteneur peut accueillir un ou plusieurs colis primaires, cf. Figure 2-1 (colis HA) et 2-6 (colis MA-VL) du volume 3 du présent rapport.

Les conteneurs de stockage HA sont transférés sur des palettes (cf. Figure 2-15) contenant chacune quatre nacelles dans lesquelles il est possible de mettre un conteneur. Le conteneur de stockage MA-VL est également transféré sur une palette.

Pour le transfert de colis en stockage direct, les moyens de transfert sur les palettes peuvent être soit des paniers, soit des plateaux récupérables.

Figure 2-16 *Illustration d'une palette configurée pour un conteneur de stockage MA-VL et quatre conteneurs de stockage HA*

La cellule permet également le chargement des colis primaires dans des supports destinés au stockage direct tels que des paniers métalliques ou des plateaux récupérables. Ils seront transférés ensuite vers l'installation souterraine en hotte.

NOTE IMPORTANTE

En cas de non-conformité constatée sur un colis de déchets ou un emballage de transport, ceux-ci sont entreposés [redacted] dans l'attente de la mise en œuvre du traitement de la non conformité. Si le colis présente une non-conformité ne pouvant être corrigée au sein de l'INB Cigéo, il est envisagé sa réexpédition vers l'installation expéditrice ou vers une autre installation pour mise en conformité.

2.1.7.2 Le transfert des colis de stockage entre la zone tampon principale et les différentes zones de process

Les colis de stockage préparés (colis primaires en conteneur, en panier ou sur plateaux récupérables) sont placés sur des palettes. Déplacées par des chariots et des transbordeurs, les palettes sont ensuite déposées et reprises dans les différentes cellules de l'installation.

Le transfert des colis de stockage préparés dans les différentes zones de process du bâtiment nucléaire de surface EP1 est principalement réalisé par l'intermédiaire de trois transbordeurs opérant sur un même niveau (cf. Figure 2-17) :

- le transbordeur sud qui assure :
  - ✓ le transfert des colis de stockage préparés depuis la cellule de préparation des colis de stockage vers les cellules de fermeture des colis de stockage HA et MA-VL et/ou vers la zone d'entreposage tampon principale ;
  - ✓ le transfert des conteneurs de stockage vides sur palettes vers la cellule de préparation des colis de stockage ;
  - ✓ l'éventuel transfert de colis de stockage vers la zone de contrôles hors flux ;

- le transbordeur nord qui assure :
  - ✓ le transfert des colis de stockage [redacted] vers les cellules de mise en hottes de transfert HA et MA-VL ;
  - ✓ le retour des palettes vers le hall de préparation des colis de stockage ;
- le transbordeur contrôles hors flux qui permet de desservir les cellules de contrôles hors flux.

Figure 2-17 *Illustration de la localisation des transbordeurs au niveau +0 m du bâtiment nucléaire EP1*

Les chariots sont en permanence sur le transbordeur lorsque celui-ci se déplace et ils permettent de prendre ou déposer les palettes (chargées ou non chargées de colis) dans les différentes cellules de l'installation desservies par les transbordeurs.

[redacted]

Figure 2-18 Illustration de la lone tampon principale des colis de stockage

2.1.7.3 Les contrôles hors flux

Les contrôles colis hors flux viennent le cas échéant en complément des autres actions de surveillance et contribuent à s'assurer de l'efficacité des dispositions de maîtrise de la qualité des colis mises en œuvre préalablement par le producteur et l'Andra. Leur fréquence et leurs modalités de contrôle sont proportionnées aux enjeux.

Les contrôles colis hors flux peuvent être réalisés sur le site du producteur de colis de déchets (sur le site de conditionnement ou sur le site d'entreposage) ou sur l'INB Cigéo.

Dans le cas où il serait décidé de les réaliser sur l'INB, l'installation prévue permet de réaliser des contrôles complémentaires à ceux assurés en « ligne » sur les colis primaires (Figure 2-20). Pour ces contrôles, des colis primaires sont prélevés dans le flux du process normal, sans impacter le fonctionnement de l'installation.

Les contrôles possibles dans l'installation peuvent être des mesures par spectrométrie gamma, de l'imagerie RXHE (rayon X haute énergie), des mesures de dégazage dans une cellule dédiée, des mesures de puissance thermique et de corrosion interne, des contrôles C5 (cf. Figure 2-20).

La possibilité de mener des contrôle C5 et la présence d'une cellule préparation des colis de stockage permet la réintégration des colis dans le flux process, sans le perturber.

Figure 2-20 *Illustration de la localisation des activités dans la zone des éventuels contrôles hors flux*

2.1.7.4 La fermeture des colis de stockage

2.1.7.4.1 La fermeture des colis de stockage MA-VL

Les conteneurs de stockage chargés de colis primaires après déchargement sont fermés avant leur mise en hotte et transfert dans l'installation souterraine.

Deux opérations de fermeture du conteneur de stockage MA-VL sont prévues dans la cellule dédiée (cf. Figure 2-21) :

- une opération de vissage ;
- une opération de clavage (si nécessaire).

La machine de vissage prélève les vis à disposition sur le plumier de la palette et visse le couvercle. Une seconde machine réalise, le cas échéant, le clavage avec un liant réalisé dans les locaux supérieurs et adjacents. Le batch contenant le liant est contrôlé avant utilisation puis transféré dans la cellule par un sas.

Un contrôle du colis de stockage fermé (C6) est réalisé dans la cellule de vissage/clavage.

Après la mise en place du liant de clavage, un temps de séchage d'environ sept jours est nécessaire avant la mise en hotte du colis de stockage. Il est réalisé en zone tampon principale.

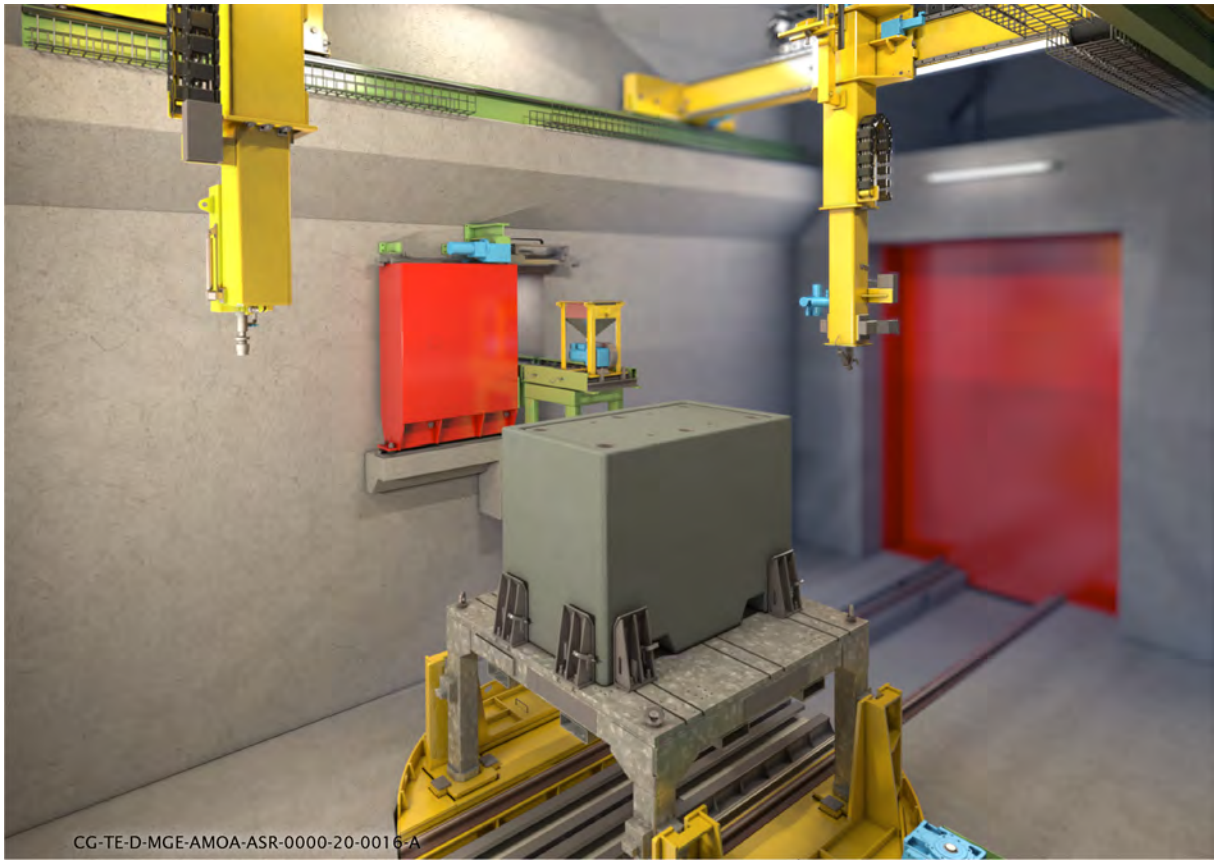


Figure 2-21 Illustration de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL

2.1.7.4.2 La fermeture des colis de stockage HA

Les colis de stockage HA préparés sont transférés par quatre dans des nacelles, elles-mêmes sur une palette.

Le conteneur de stockage HA préparé fait l'objet d'une opération de soudage du couvercle et du corps du conteneur. Le soudage est réalisé par faisceau d'électron en pleine épaisseur et le colis de stockage est ensuite transféré au poste d'usinage pour retirer le surplus de matière généré par le soudage.

Après usinage, le colis de stockage HA est transféré au poste de détensionnement (cf. Figure 2-22). Cette opération permet des montées en température et des refroidissements afin de réduire les tensions internes causées par le soudage.

Après son refroidissement, le colis de stockage HA est transféré au poste de contrôle C6. Des vérifications sont réalisées pour vérifier la conformité de la soudure. Les colis de stockage détectés non conformes lors du contrôle sont transférés dans le local des non-conformités (NC) (cf. Chapitre 4.1.8 du présent volume). Le colis de stockage HA est ensuite transféré sur sa nacelle, sur une palette disposée préalablement dans la cellule. Lorsque la palette est complète (avec quatre colis de stockage fermés), elle est déplacée en zone tampon principale.

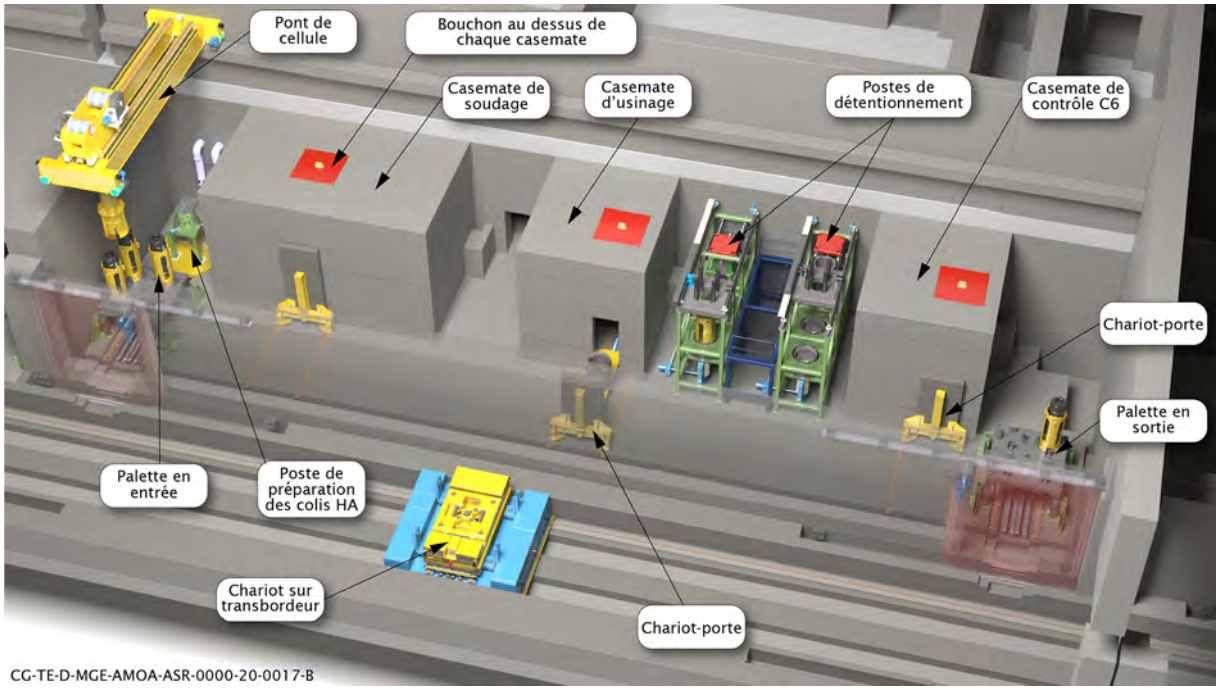


Figure 2-22 Illustration de la cellule de fermeture des colis de stockage HA

2.1.7.4.3 Le traitement des non-conformités sur des colis de stockage fermés

En cas de non conformité au contrôle (C6 ou C7 avant la mise en hotte (cf. Chapitre 2.1.7.5 du présent volume) d'un colis de stockage HA ou MA-VL, ceux-ci sont transférés vers le local des non-conformités. Si la solution de traitement de la non-conformité décidée est la réouverture, alors les colis sont respectivement orientés vers une cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL et une cellule de réouverture des colis de stockage HA (Figure 2-23).

Après réouverture, c'est-à-dire dépose du couvercle et retrait du ou des colis primaires du conteneur de stockage, le(s) colis primaire(s) est(sont) déposé(s) dans un conteneur de stockage neuf puis à nouveau transféré dans les cellules dédiées à la fermeture des couvercles. Les conteneurs réouverts sont ensuite traités comme des déchets nucléaires induits et sont évacués vers les locaux de traitement des déchets.

2.1.7.5 La mise en hotte des colis de stockage

Après passage par la zone tampon, les colis primaires dans leur conteneur de stockage, les colis primaires prévus d'être stockés directement ou les colis primaires en panier sont transférés vers les cellules de mise en hotte, par les chariots et le transbordeur nord.

2.1.7.5.1 La mise en hotte des colis de stockage MA-VL

La cellule de mise en hotte permet de charger les colis de stockage MA-VL de la palette dans la hotte de transfert MA-VL. La palette chargée du colis de stockage est déposée par le chariot dans la cellule. Un bras robotisé réalise le dernier contrôle (C7) sur le colis de stockage fini (cf. Figure 2-24).

Le colis de stockage est ensuite transféré par le pont roulant sur la table de chargement de hotte. La hotte de transfert MA-VL étant complétement passive, pour limiter la charge calorifique de la hotte, l'énergie nécessaire à son fonctionnement est fournie par la façade d'accostage. La porte de la façade d'accostage et la porte de la hotte s'ouvrent simultanément.

Après ouverture de la porte de la hotte préalablement accostée à la façade d'accostage, la table de chargement dépose le colis dans la hotte. La table de chargement revient en position initiale puis la hotte et la façade d'accostage de la cellule sont refermées.

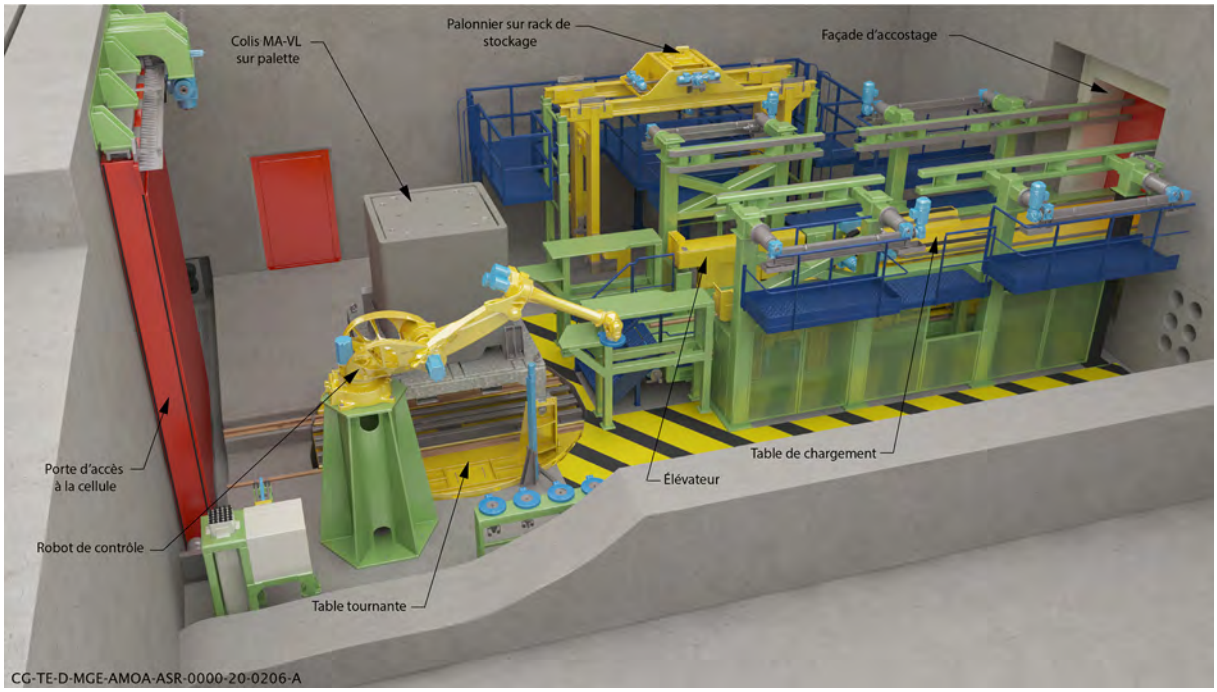


Figure 2-24 *Illustration de la cellule de mise en hotte de transfert MA-VL dans le batiment nucléaire EP1*

La hotte de transfert MA-VL peut ensuite être déposée par la machine à levage limité (MLL) sur sa navette d'acheminement vers le funiculaire, lequel la transfèrera ensuite le long de la descenderie vers les ouvrages souterrains (cf. Chapitre 2.1.7.7 du présent volume).

Trois types de hottes de transfert MA-VL différentes ont été conçues et permettent la prise en charge de l'ensemble des colis MA-VL. Les hottes font l'objet d'une description détaillée au chapitre 3 du présent volume.

2.1.7.5.2 La mise en hotte des colis de stockage HA

La palette contenant les quatre colis de stockage HA est placée dans le sas de la cellule de mise en hotte HA (cf. Figure 2-25). Le pont de manutention récupère un colis de stockage dans le sas par une trappe supérieure puis le transfert au poste de contrôle C7. Un bras robotisé réalise le dernier contrôle (C7) du colis. Les autres colis restent en attente dans le sas jusqu'à la fin du processus de mise en hotte.

Le colis de stockage est ensuite transféré à l'aide du pont roulant vers le basculeur pour réaliser l'opération d'indexation puis sa mise à l'horizontale. Cette opération marque la mise à disposition pour la hotte HA.

La hotte de transfert HA est accostée à l'extérieur de la cellule. La hotte ouvre la cellule en retirant le bouchon de radioprotection présent, puis sa porte. Le colis est récupéré à l'aide d'un grappin et introduit en hotte par une chaine pousseuse. Une fois la mise en hotte effectuée, la porte blindée est refermée, le bouchon de radioprotection de la cellule HA est remis en place.

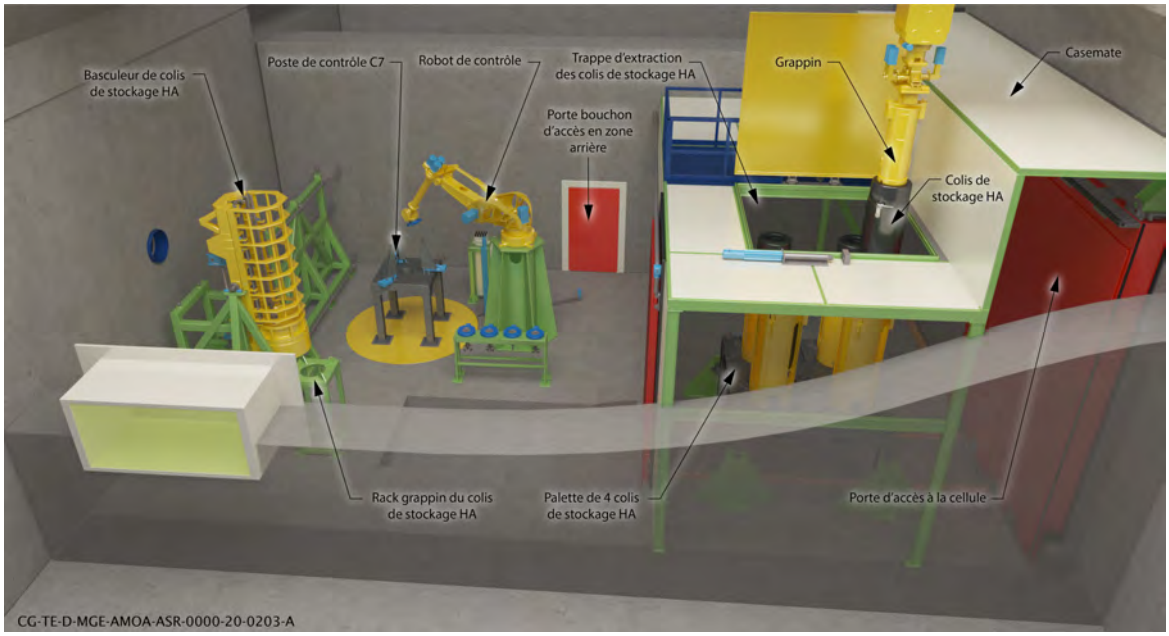


Figure 2-25 *Illustration de la cellule de mise en hotte HA dans le batiment nucléaire EP1*

2.1.7.6 Le transfert des hottes en surface

Une fois la hotte désaccostée, elle est ensuite déposée par la machine à levage limité (MLL) sur une navette de surface qui l'achemine vers le funiculaire, lequel la transfère ensuite le long de la descenderie vers l'installation souterraine (cf. Chapitre 2.1.7.7 du présent volume).

Ces opérations sont réalisée dans le parc à hottes. Celui-ci permet d'entreposer et de gérer les hottes vides ou pleines ainsi que les blocs de radioprotection ou de béton des éléments de fermeture (cf. Figure 2-26).

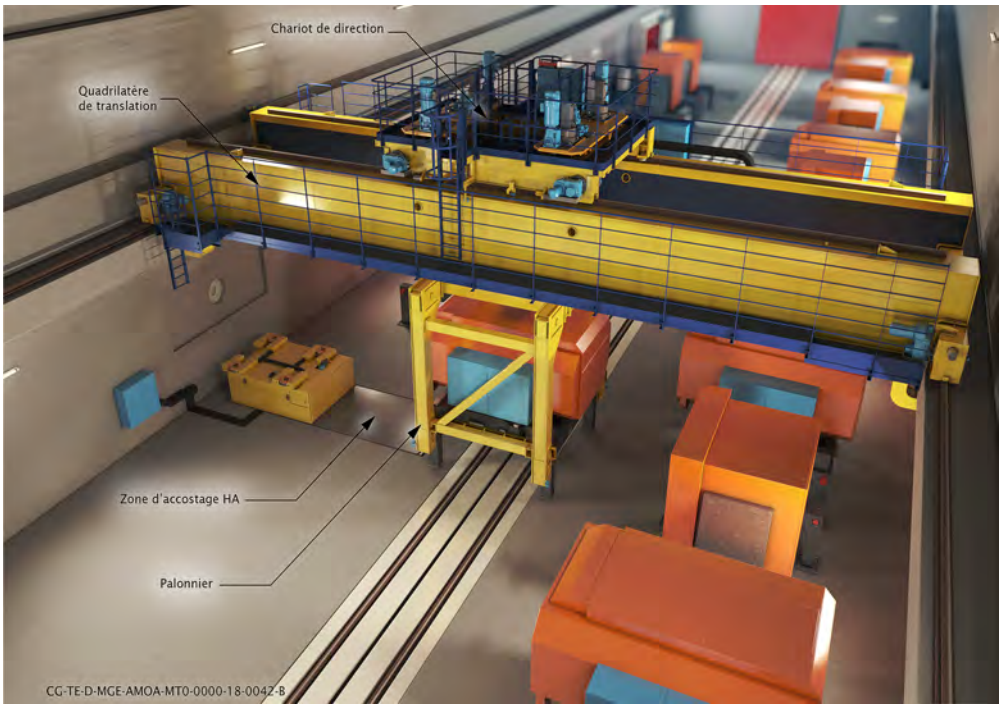


Figure 2-26 *Illustration du transfert des hottes en surface dans le parc à hottes : vue de la machine à levage limité (MLL)*

La navette de surface permettant de transférer et de charger les hottes sur le funiculaire est illustrée à la Figure 2-27.

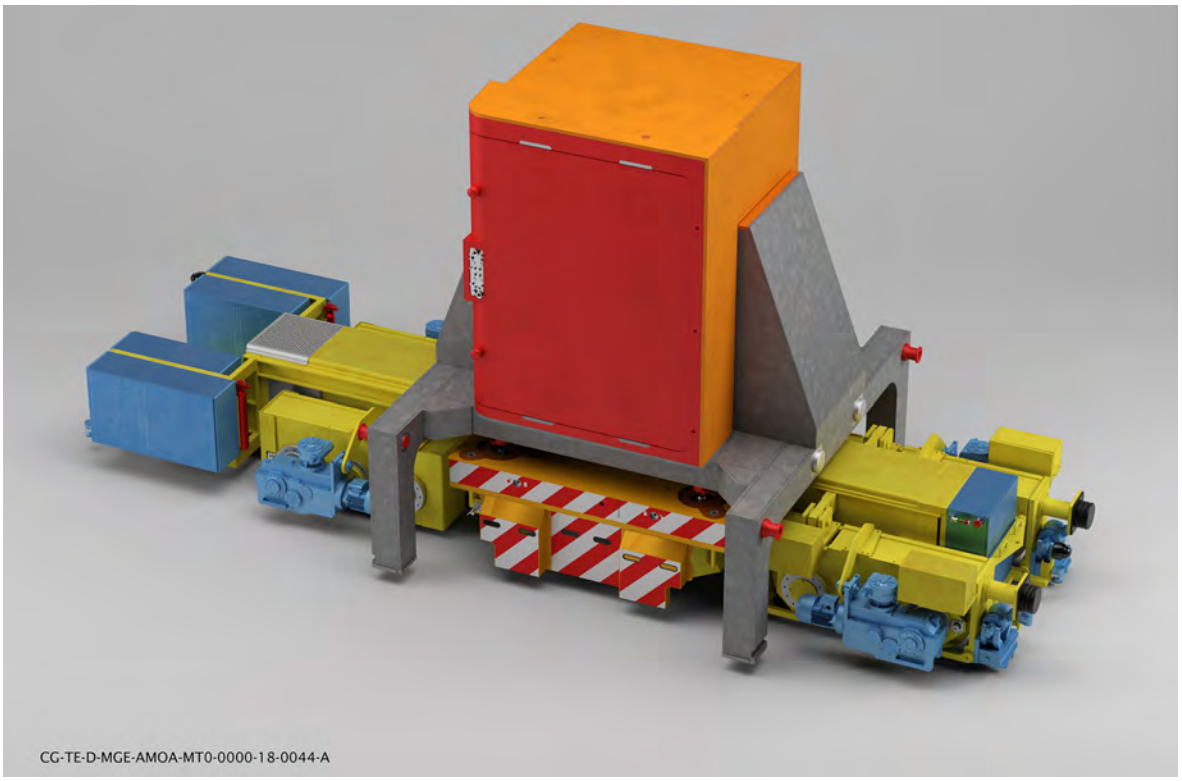


Figure 2-27 *Illustration de l'ensemble navette de surface chargée de la hotte de transfert MA-VL*

2.1.7.7 Le transfert des hottes vers les ouvrages souterrains

Le funiculaire assure le transfert vers les ouvrages souterrains des hottes chargées de colis de stockage (hottes pleines) ainsi que le retour des hottes déchargées (hottes vides) vers l'installation nucléaire en surface (cf. Figure 2-28).

Un cycle complet du funiculaire comprend les opérations suivantes :

- déchargement de la hotte vide du funiculaire en gare haute ;
- chargement de la hotte pleine sur le funiculaire en gare haute ;
- transfert de la hotte pleine vers les ouvrages souterrains, en gare basse (Figure 2-29) ;
- déchargement de la hotte pleine en gare basse ;
- chargement de la hotte vide en gare basse ;
- transfert de la hotte vide jusqu'aux installations de surface.

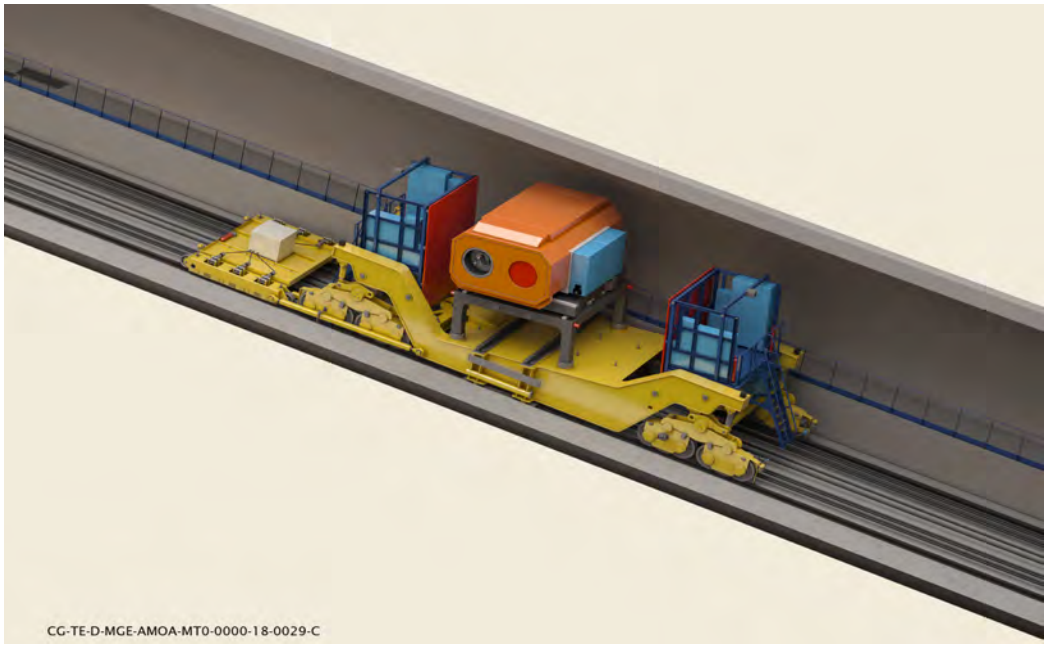


Figure 2-28 *Illustration du funiculaire chargé d'une hotte de transfert HA dans la descenderie colis*

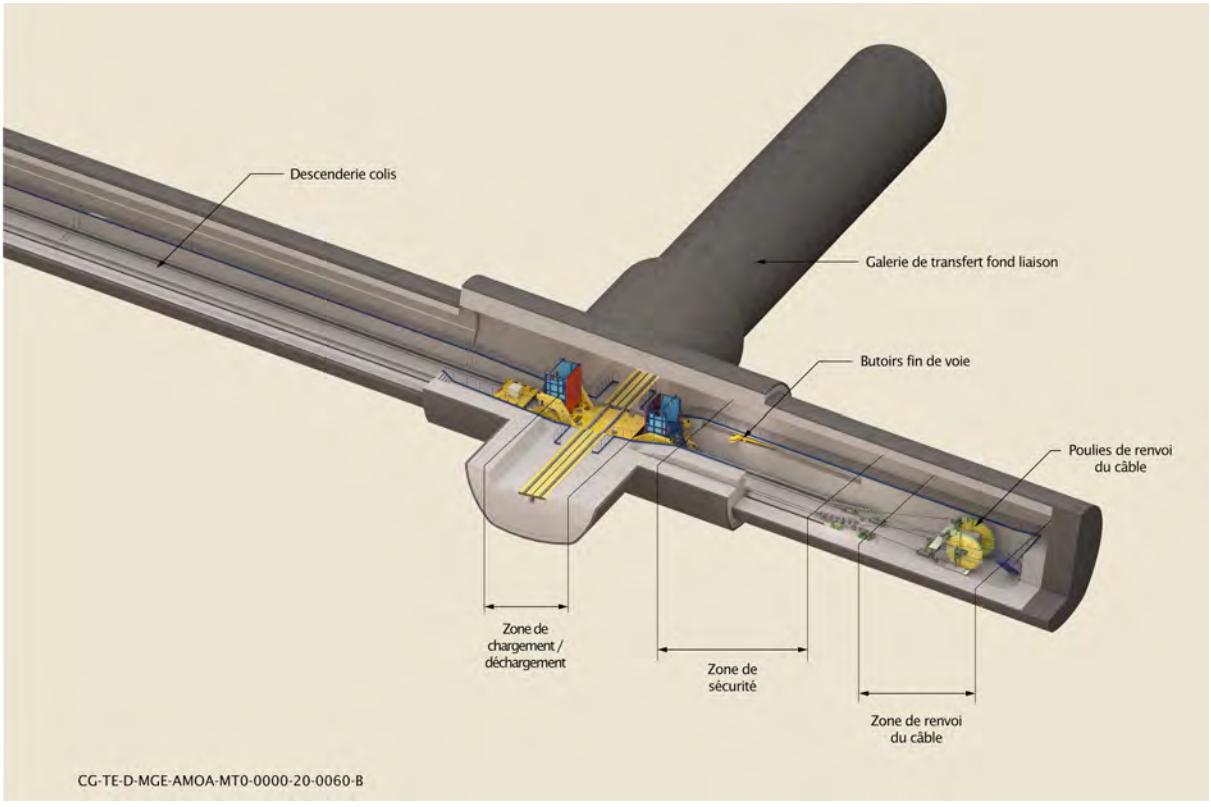


Figure 2-29 *Illustration du funiculaire en gare basse*

Le cycle de descente et de montée du funiculaire se réalise en environ 1 h 30, temps nécessaire pour assurer une rotation complète correspondant à la descente d'une hotte pleine, à son déchargement au fond et à la remontée en surface du funiculaire et à son chargement avant le cycle suivant.

2.1.7.8 Le transfert des hottes vers les alvéoles de stockage

2.1.7.8.1 Le déchargement des hottes dans l'installation souterraine

Les hottes sont déchargées en gare basse du funiculaire par un des chariots de transfert présent au fond. Ce chariot permet l'acheminement des hottes à l'intersection entre les galeries de liaison (GL) et les galeries d'accès (GA). Après dépose de la hotte, une navette d'accostage la prend en charge pour son transfert en zone d'accostage des hottes pour le déchargement du colis.

L'orientation des chariots vers les galeries de liaison est réalisée dans la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) au niveau d'un carrousel (cf. Figure 2-30). Celui-ci est équipé des voies de roulement pour les chariots et de tables tournantes pour les changements de direction (cf. (Figure 2-31).

Les chariots sont orientés soient vers :

- les deux galeries de liaison exploitation MA-VL parallèles pour desservir galeries d'accès des alvéoles nord et sud du quartier de stockage MA-VL (cf. Figure 2-32) ;
- la galerie de liaison exploitation HA, parallèle à la galerie d'évacuation/secours pour desservir les galeries d'accès du quartier pilote HA et du quartier de stockage HA.

Figure 2-30 *Illustration du carrousel de la zone de soutien logistique exploitation*

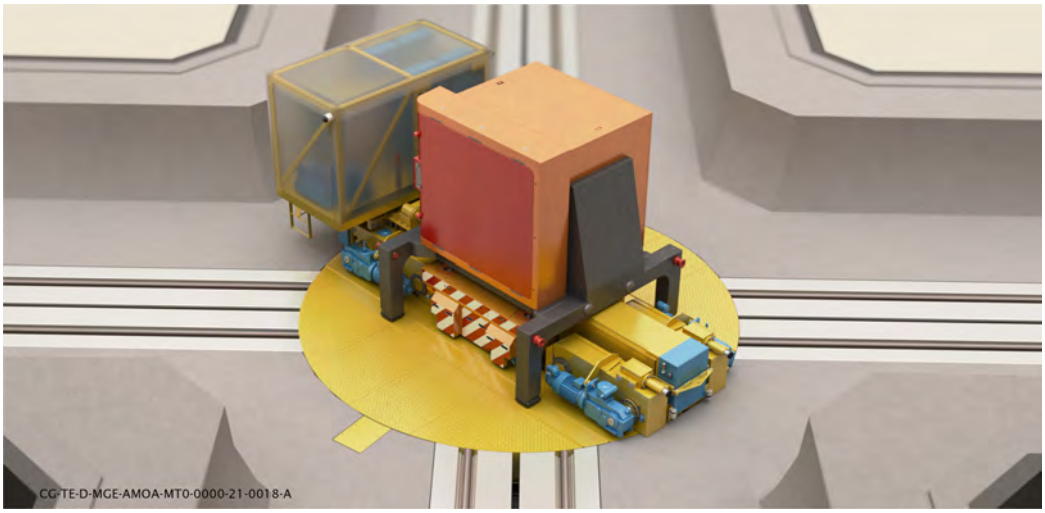


Figure 2-31 *Illustration du carrousel - orientation d'un chariot chargé d'une hotte de transfert MA-VL*

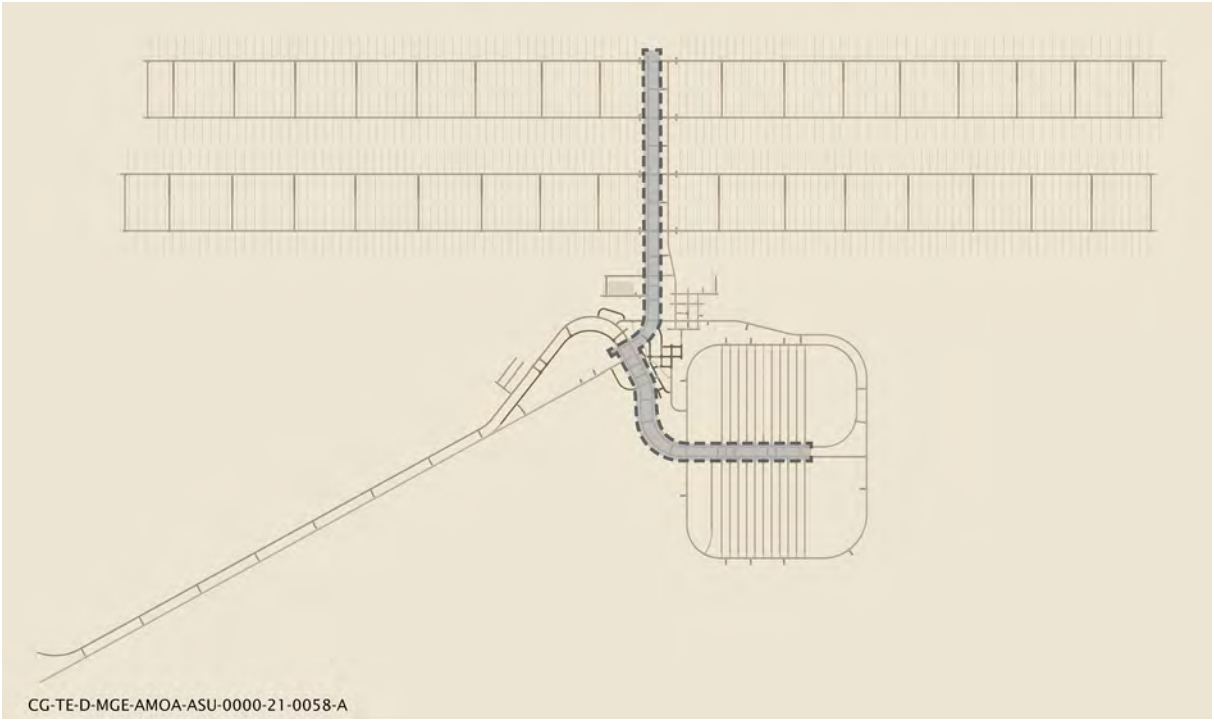


Figure 2-32 Illustration de la localisation des galeries de liaison (en gris)

2.1.7.8.2 Le transfert des hottes de transfert MA-VL dans les ouvrages souterrains jusqu'aux alvéoles de stockage MA-VL (Figure 2-33)

Le chariot chargé d'une hotte de transfert MA-VL se dirige dans la galerie de liaison jusqu'à la galerie d'accès à l'alvéole de stockage de destination et dépose la hotte au sol au croisement des deux galeries. Ensuite, le chariot se retire de la zone et une navette présente en galerie d'accès vient prendre en charge la hotte pour l'acheminer jusqu'à l'alvéole de stockage.

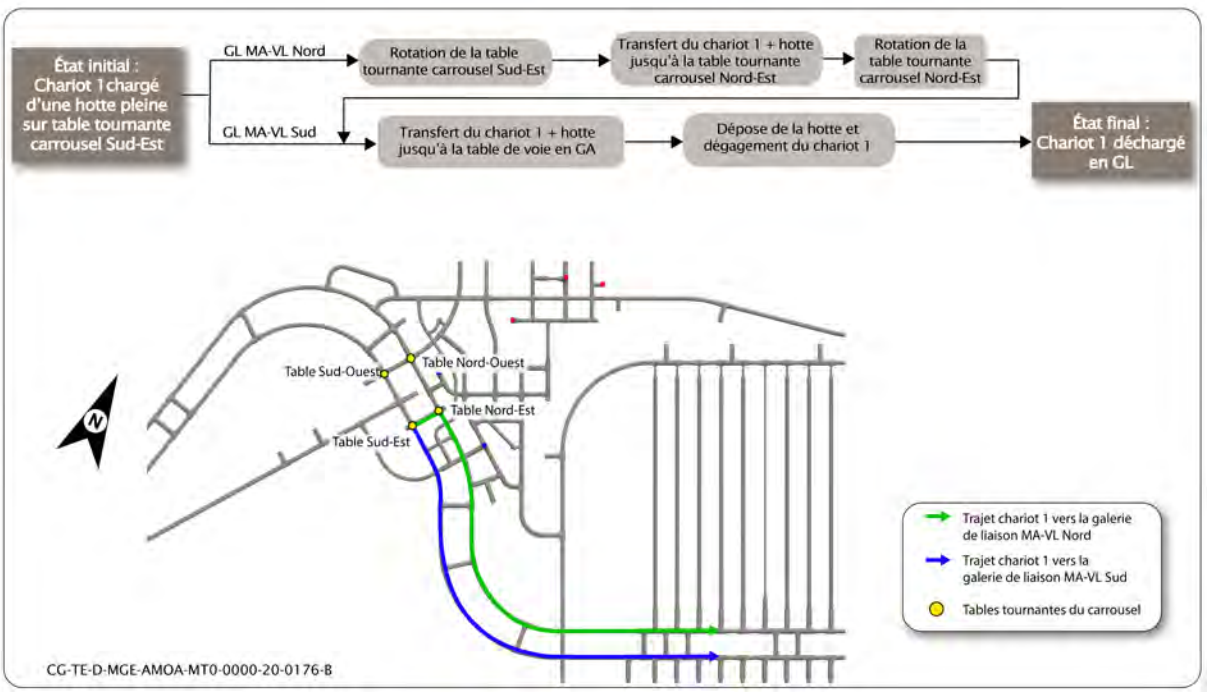


Figure 2-33 Illustration de la circulation des équipements de manutention MA-VL

2.1.7.8.3 Le transfert des hottes de transfert HA dans les ouvrages souterrains jusqu'aux alvéoles de stockage HA

Le chariot chargé d'une hotte de transfert HA se dirige dans la galerie de liaison jusqu'à la galerie donnant accès à l'alvéole de stockage de destination et dépose la hotte au sol à l'intersection des deux galeries. Ensuite le chariot se retire de la zone et une navette présente en galerie d'accès vient prendre en charge la hotte pour l'acheminer jusqu'à l'alvéole de stockage du colis (cf. Figure 2-34).

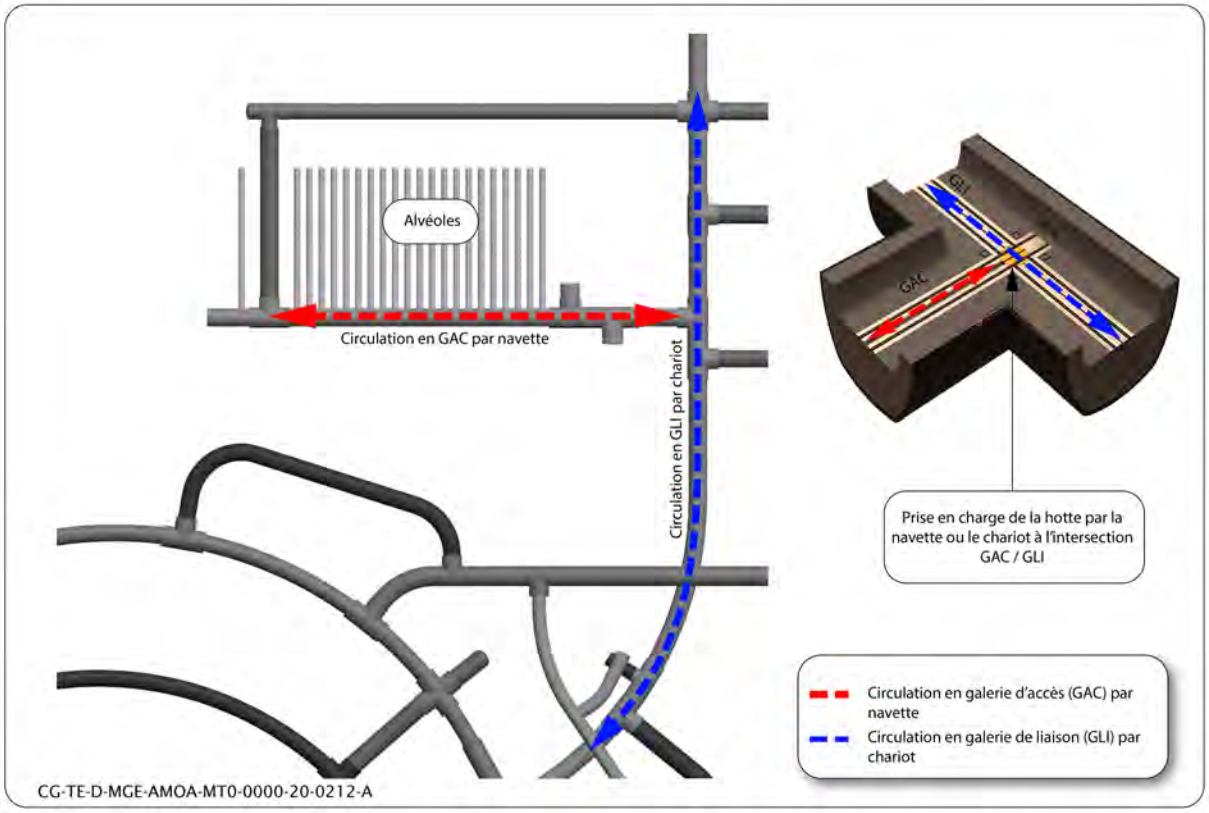


Figure 2-34 Illustration de la circulation des équipements de manutention HA

2.1.7.9 Le stockage des colis MA-VL en alvéole

2.1.7.9.1 Le déchargement des hottes de transfert MA-VL

La hotte de transfert MA-VL transite dans la galerie d'accès, grâce à la navette positionnée sous la hotte. Elle se positionne ensuite sur la table d'accostage en face de l'alvéole MA-VL cible (cf. Figure 2-35 et Figure 2-37).

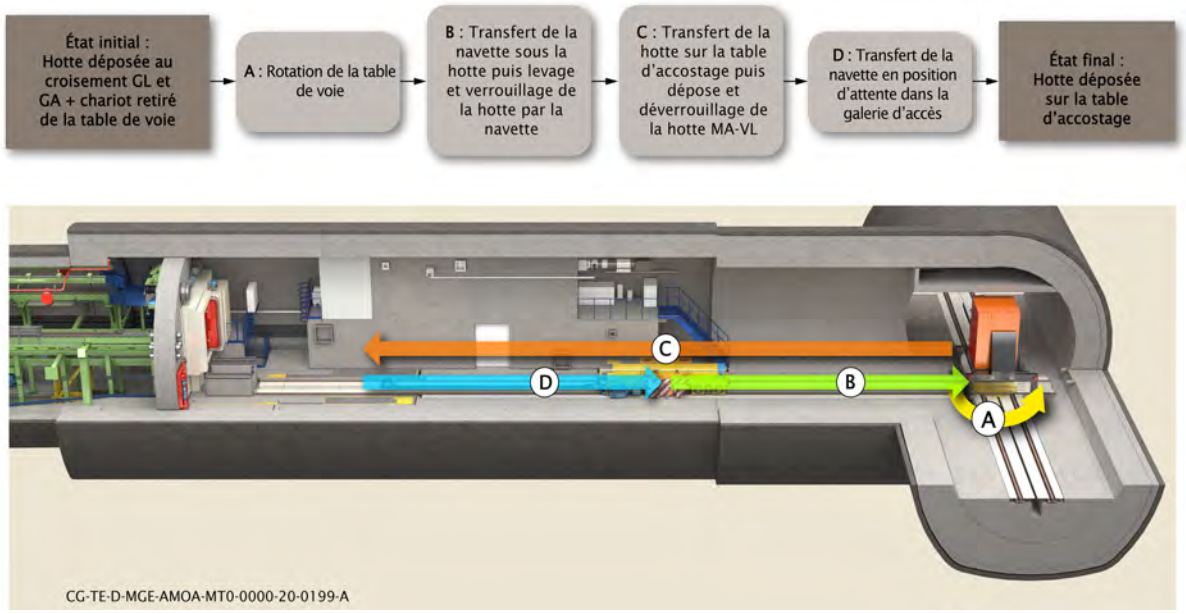


Figure 2-35 *Schématisation du process de transfert des hottes de transfert en galerie d'accès*

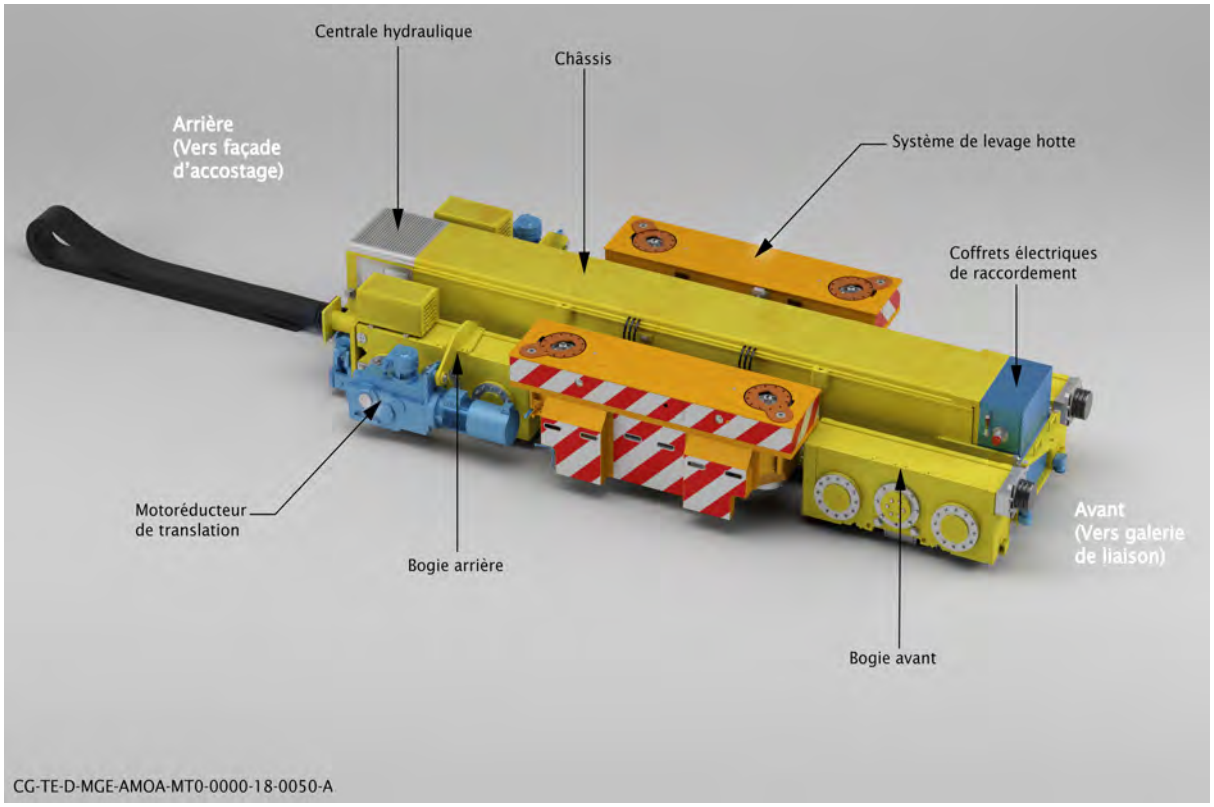


Figure 2-36 *Illustration d'une navette MA-VL*

La table d'accostage permet de décharger la navette MA-VL (cf. Figure 2-36) et de positionner la hotte de façon précise contre la façade afin de s'assurer du bon accostage étanche de la hotte. Les différentes phases d'accostage sont illustrées à la Figure 2-37. Des contrôles sont effectués avant les opérations d'ouverture des portes de la hotte et de la façade d'accostage (cf. Chapitre 6.1.3 du présent volume).

Une fois les portes ouvertes, une table de déchargement munie d'un plateau de transfert glisse sous le colis MA-VL, le soulève pour l'extraire et l'amener dans la cellule de manutention de l'alvéole. La façade d'accostage et la porte de la hotte sont ensuite refermées permettant le retour en surface de la hotte.

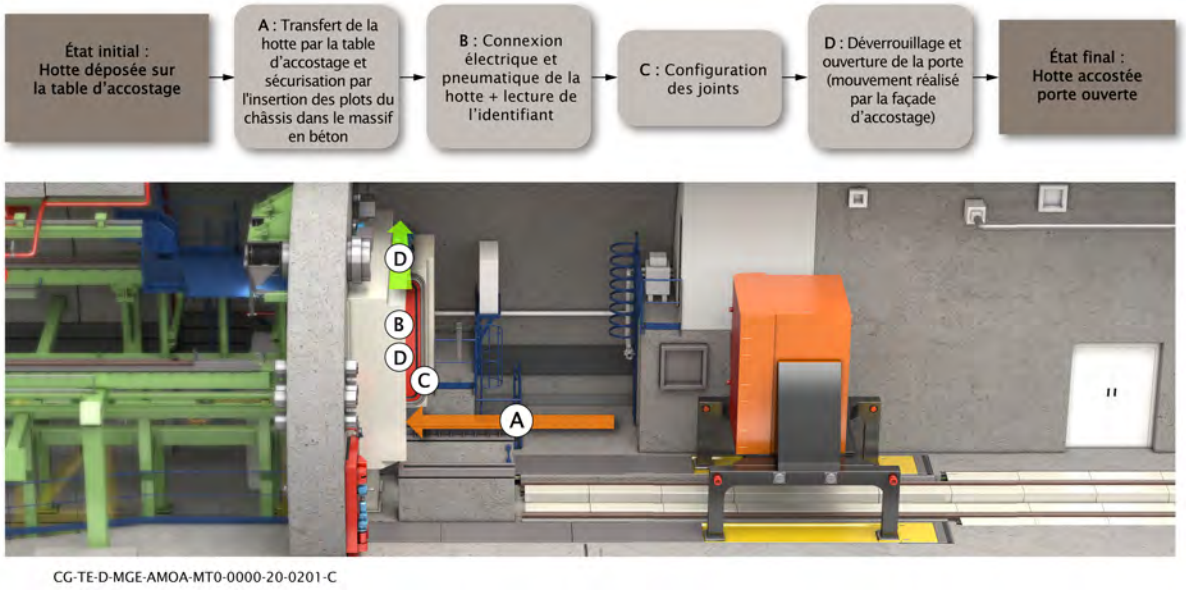


Figure 2-37 Schématisation du process d'accostage des hottes de transfert MA-VL

Une fois dans la cellule de manutention de l'alvéole, le colis est transféré de la table de déchargement par un élévateur permettant de régler l'altitude du colis en fonction de sa destination dans l'alvéole. Le colis est ensuite pris en charge par le pont stockeur (ou le chariot stockeur pour certains colis).

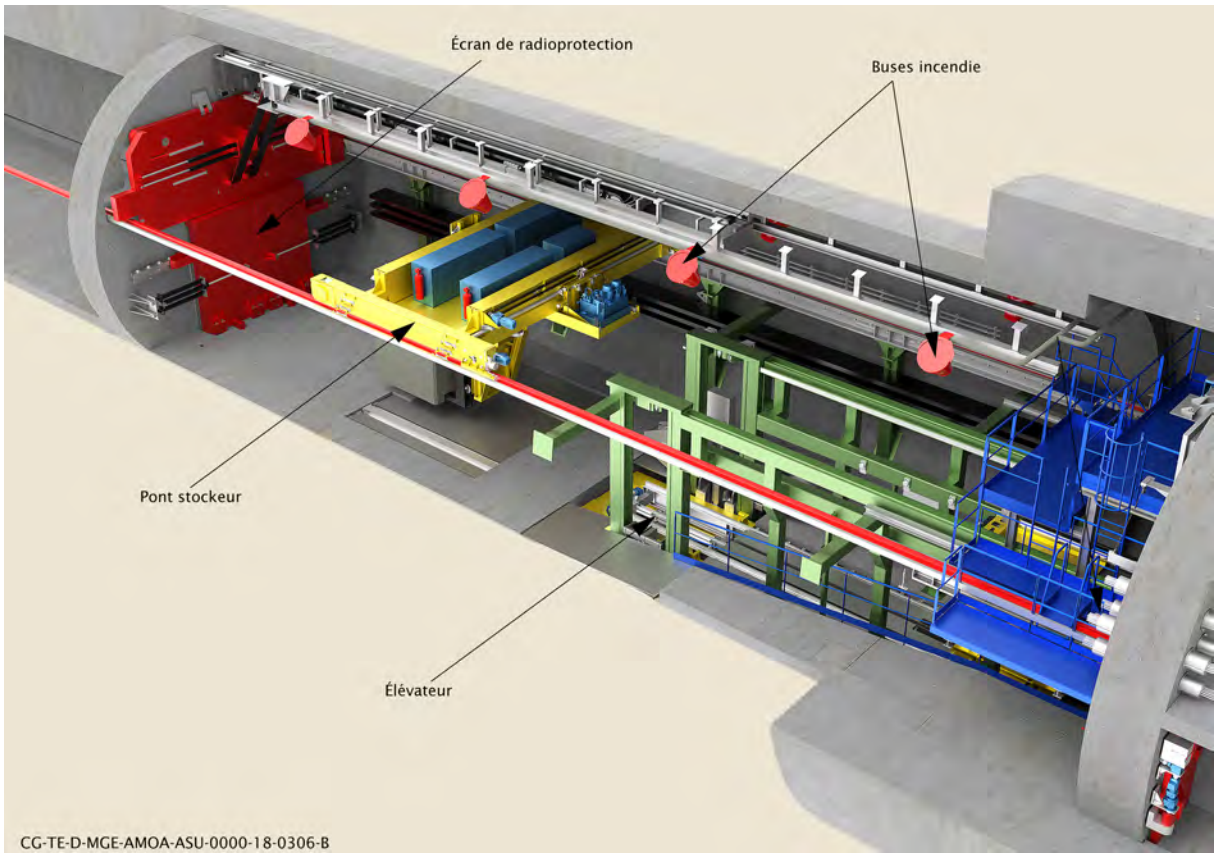


Figure 2-38 Illustration de la cellule de manutention de l'alvéole de stockage MA-VL

2.1.7.9.2 Le stockage des colis MA-VL

Dans la cellule de manutention de l'alvéole, le pont stockeur approche le moyen de préhension du colis puis l'élévateur transfère la charge au pont stockeur en s'abaissant. Une fois l'élévateur complètement descendu, le pont stockeur peut débuter la mise en stockage du colis. Ce stockage est réalisé par nappe de colis. Une fois une nappe remplie dans la partie utile de l'alvéole, le pont stockeur est configuré pour le remplissage de la nappe suivante en dehors d'une opération de mise en stockage d'un colis MA-VL. La porte de radioprotection située entre la cellule de manutention et la partie utile de l'alvéole de stockage est ouverte puis refermée immédiatement après le passage du pont stockeur chargé de son colis.

Le pont stockeur se déplace ensuite jusqu'à la position finale du colis dans la zone de stockage et le dépose (cf. Figure 2-38). Suite à la mise en stockage du colis, le pont revient en cellule de manutention pour la prochaine opération.

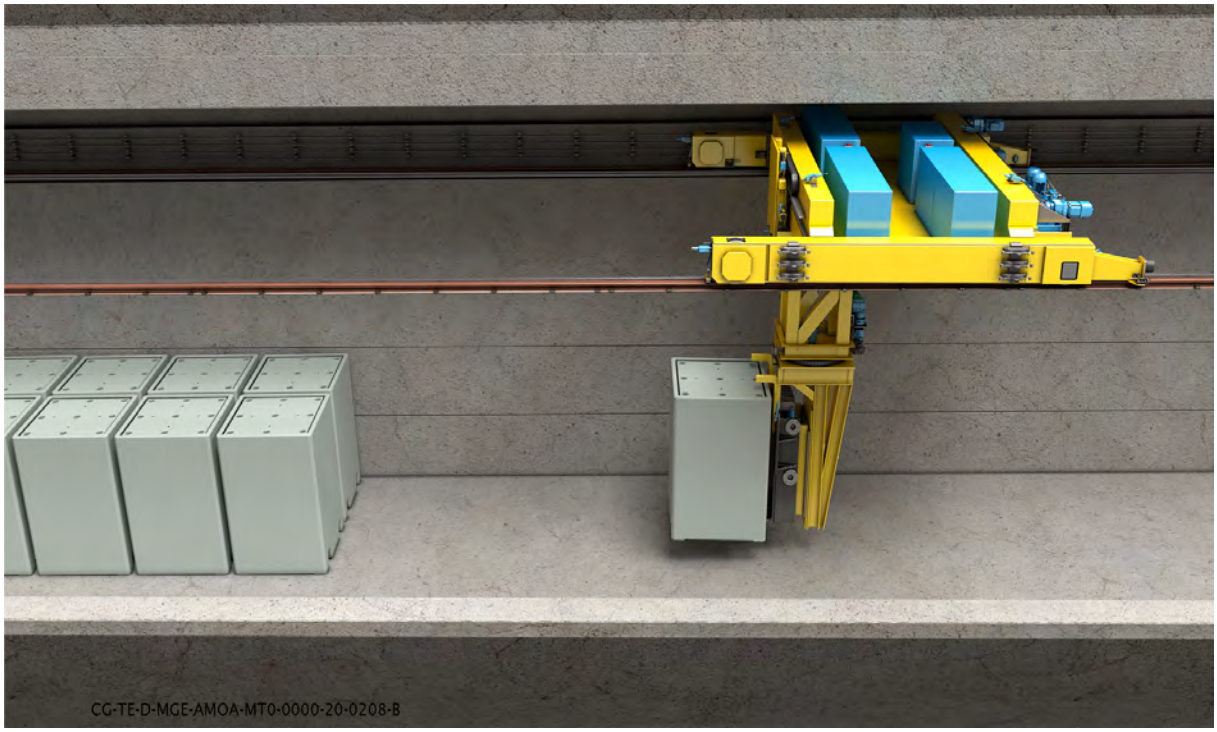


Figure 2-39 *Illustration du pont stockeur déplaçant un colis de stockage MA-VL dans la partie utile d'un alvéole de stockage MA-VL*

2.1.7.10 Le stockage des colis HA en alvéole

2.1.7.10.1 La préparation à l'introduction d'un colis dans un alvéole HA

Lorsque la hotte de transfert HA est à l'entrée de la galerie d'accès, la navette se positionne sous la hotte et la soulève pour la déplacer en face de l'alvéole de destination du colis (cf. Figure 2-40).

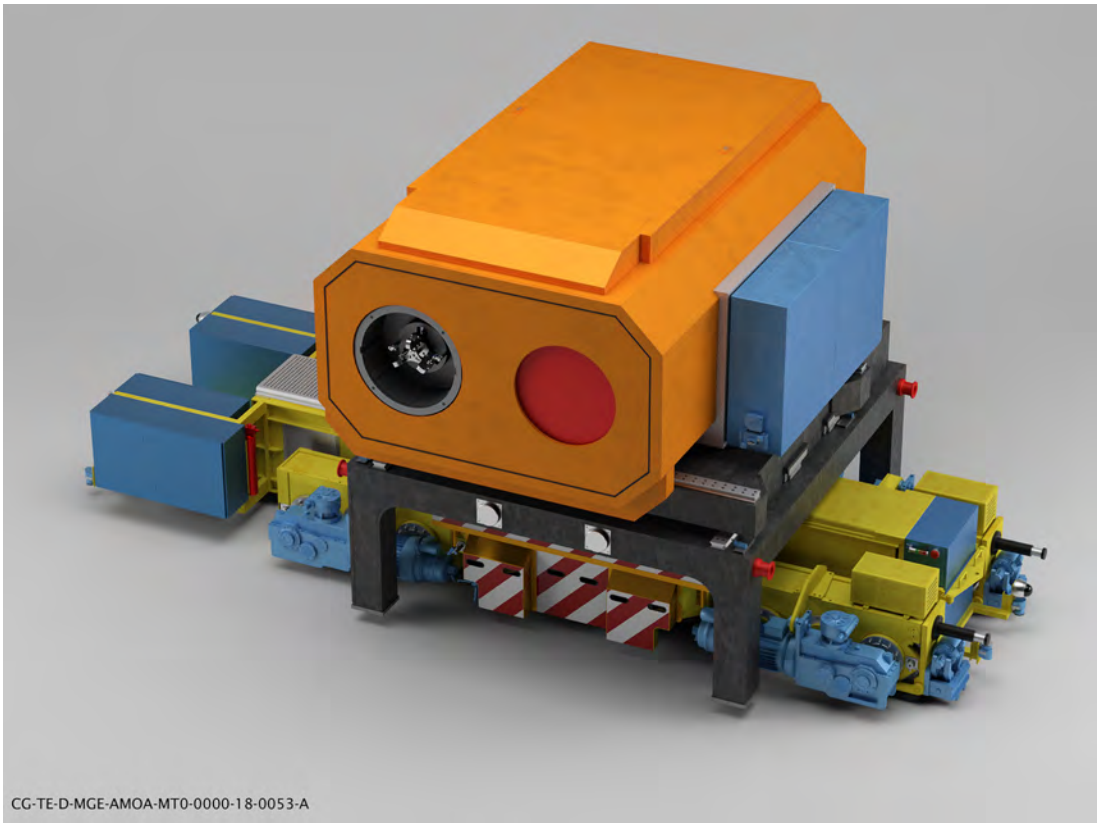


Figure 2-40 Illustration de la navette HA chargée de la hotte de transfert HA

La navette dépose ensuite la hotte sur des platines sellées dans le sol. La hotte reste alimentée par la navette (avec un verrouillage mécanique conservé entre les deux).

La hotte avance au plus proche du massif d'accostage de l'alvéole et aligne l'outil de préhension du bouchon en face de l'alvéole de stockage (le bouchon d'exploitation est retiré et entreposé dans la hotte).

La hotte aligne ensuite le logement contenant le colis HA à l'alvéole.

2.1.7.10.2 Le stockage des colis HA

La hotte de transfert HA introduit le colis en tête de l'alvéole HA *via* une chaine pousseuse, puis replace le bouchon d'exploitation. La hotte une fois vide se désaccoste et rétablit son positionnement en mode déplacement. La navette retire l'alimentation électrique de la hotte puis la déplace jusqu'à la galerie de liaison.

La navette récupère ensuite un robot pousseur préalablement installé dans la galerie d'accès. Le robot pousseur est aligné à l'alvéole et est alimenté par la navette. Le colis est ensuite poussé jusqu'à sa position de stockage par le robot pousseur, comme décrit sur les figure 2-41 et figure 2-42.

Pour ce faire le robot pousseur ouvre l'alvéole en retirant le bouchon d'exploitation puis déplace le colis vers sa position de stockage. Le pousseur est ramené dans le robot puis l'alvéole est refermé à l'aide du bouchon d'exploitation avant que le robot pousseur soit redéposé en zone d'attente pour le prochain colis.

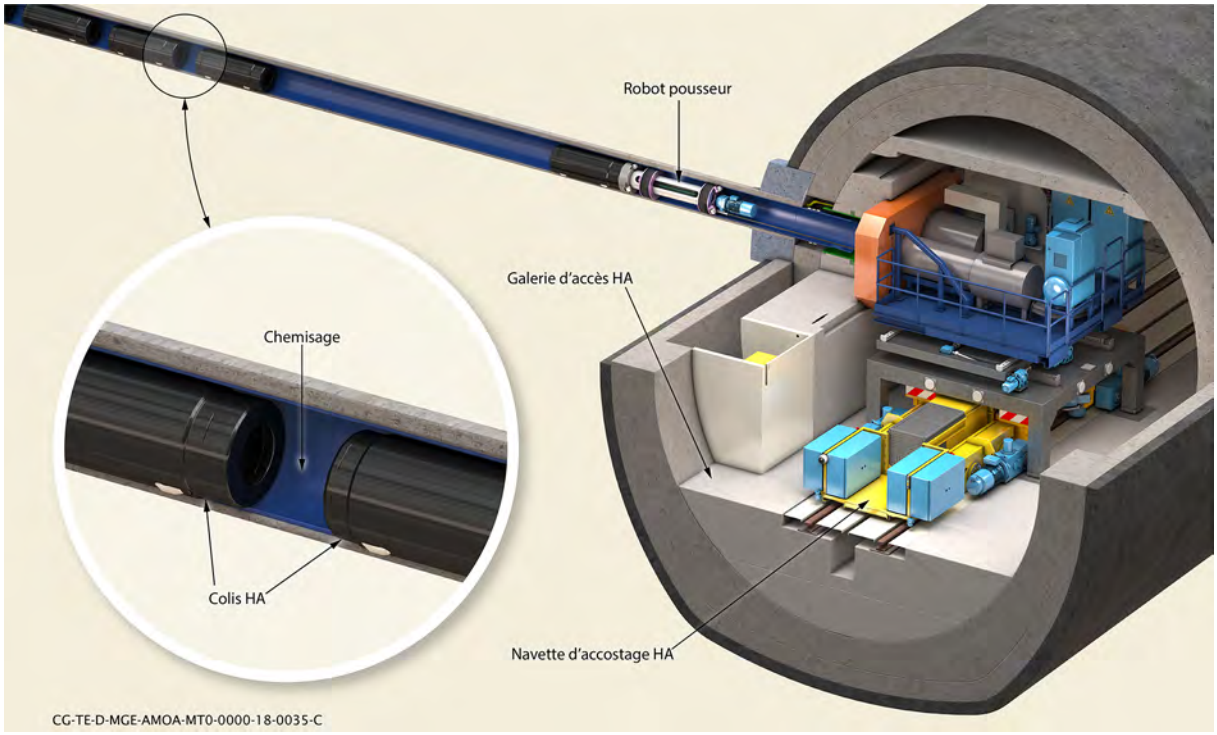


Figure 2-41 *Illustration du transfert du colis de stockage HA dans l'alvéole de stockage HA*

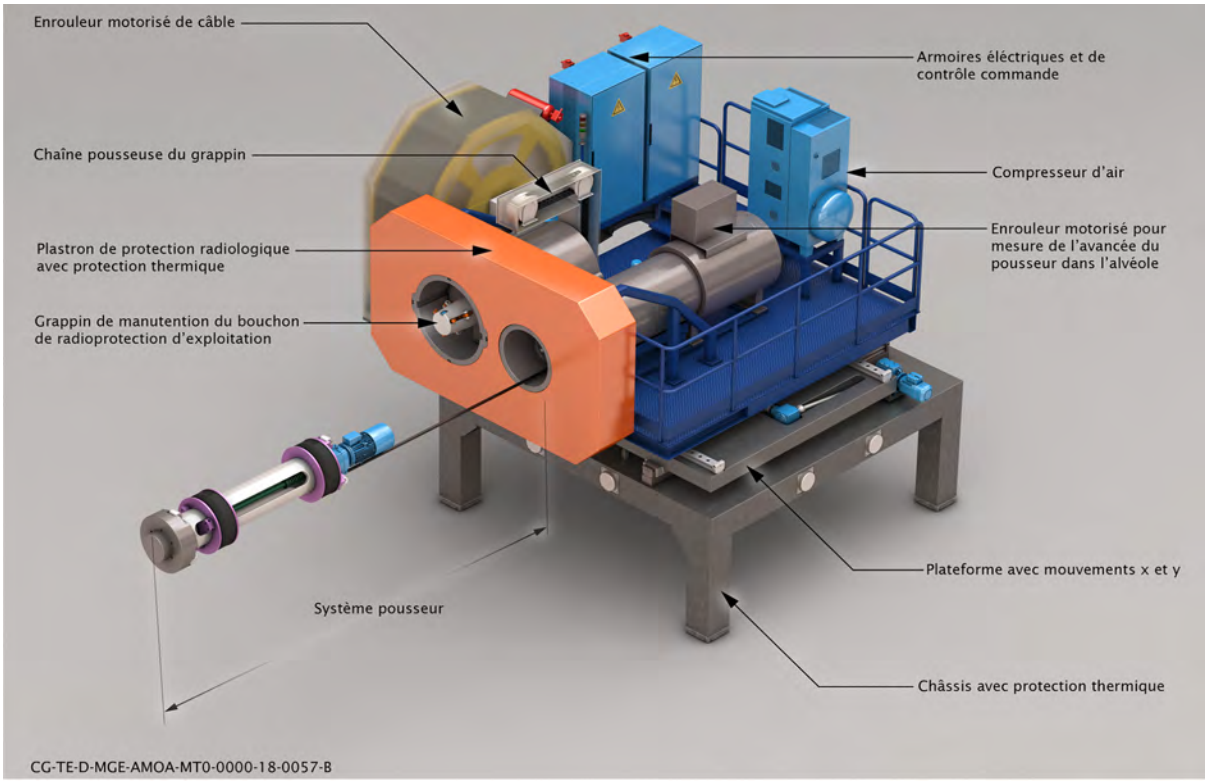


Figure 2-42 *Illustration du robot pousseur du colis de stockage HA dans l'alvéole de stockage HA*

2.1.7.11 Les autres opérations de manutention

2.1.7.11.1 Le retour des hottes vides

Une fois les hottes déchargées, elles remontent en surface en transitant au travers de la galerie de liaison, du carrousel et de la gare basse et en utilisant les mêmes moyens de transfert (navettes et chariots de transferts). Le funiculaire est chargé par le chariot puis remonte la hotte en surface. Une navette décharge le funiculaire en surface et dépose la hotte sur la table tournante dans le parc a hotte. L'orientation de la hotte est rétablie puis la machine à levage limité déplace la hotte en position de garage avant la prochaine utilisation.

2.1.7.11.2 La réexpédition des emballages de transport vides

La réexpédition des emballages vides de colis de déchets suit le processus inverse de la réception des emballages de transport pleins (Figure 2-43).

L'emballage de transport, une fois vidé, est refermé et reconfiguré en cellule de déchargement des emballages de transport, en vue de sa réexpédition. Dès lors, il est désaccosté puis transféré au poste de préparation. Son couvercle est revissé puis la bride d'accostage est retirée. L'atmosphère de l'emballage est ensuite contrôlée, avant la fermeture et le vissage de son couvercle (contrôle C4). Il est ensuite transféré par le chariot et le transbordeur en bas de fosse de descente des emballages de transport.

Figure 2-43 *Illustration du transfert dans le hall de déchargement de l'emballage pour sa réexpédition*

Le pont roulant du hall de déchargement récupère l'emballage de transport sur le chariot et le dépose sur le *rack* de contrôle C3. Le contrôle C3 est réalisé sur l'emballage de transport puis les capots de protection sont réinstallés.

Le wagon (ou le camion) entre dans le hall pour recharger l'emballage de transport. Le contrôle C2 est réalisé avant son arrimage et la fermeture des canopies. Le contrôle C1 est ensuite réalisé permettant la rédaction de la documentation nécessaire avant la récupération du wagon par le locotracteur du site.

Le wagon rejoint le demi-convoi puis le convoi dans le terminal ferroviaire colis. Une fois le convoi complet, il est réexpédié *via* l'ITE sur le réseau ferré de France.

2.1.7.11.3 La mise en place des blocs de radioprotection de l'alvéole MA-VL

Les alvéoles MA-VL sont remplies de colis par nappes. Lorsqu'une nappe de l'alvéole est complète, des blocs de radioprotection sont installés à sa tête (Figure 2-44).

Les blocs sont livrés par transport routier dans les installations de surface, et sont entreposés au-dessus du local de maintenance des hottes (cf. Chapitre 4.1.15 du présent volume). Les blocs sont transférés dans l'installation souterraine *via* ce local de maintenance. Ils sont chargés dans une hotte de transfert MA-VL en utilisant le pont roulant de maintenance des hottes. Ils sont ensuite transférés jusqu'aux alvéoles MA-VL avec les mêmes moyens de transfert que les colis de stockage (chariots, transbordeurs, hottes, funiculaire, navettes, tables, etc.).

Les blocs de radioprotection sont ensuite déchargés dans la cellule de manutention de l'alvéole avec la table d'accostage, *via* la façade d'accostage, de la même manière que les colis MA-VL. Le pont stockeur met en place les différentes couches de blocs de radioprotection. L'outil de préhension des blocs est modifié en fonction de l'emplacement de destination des blocs.

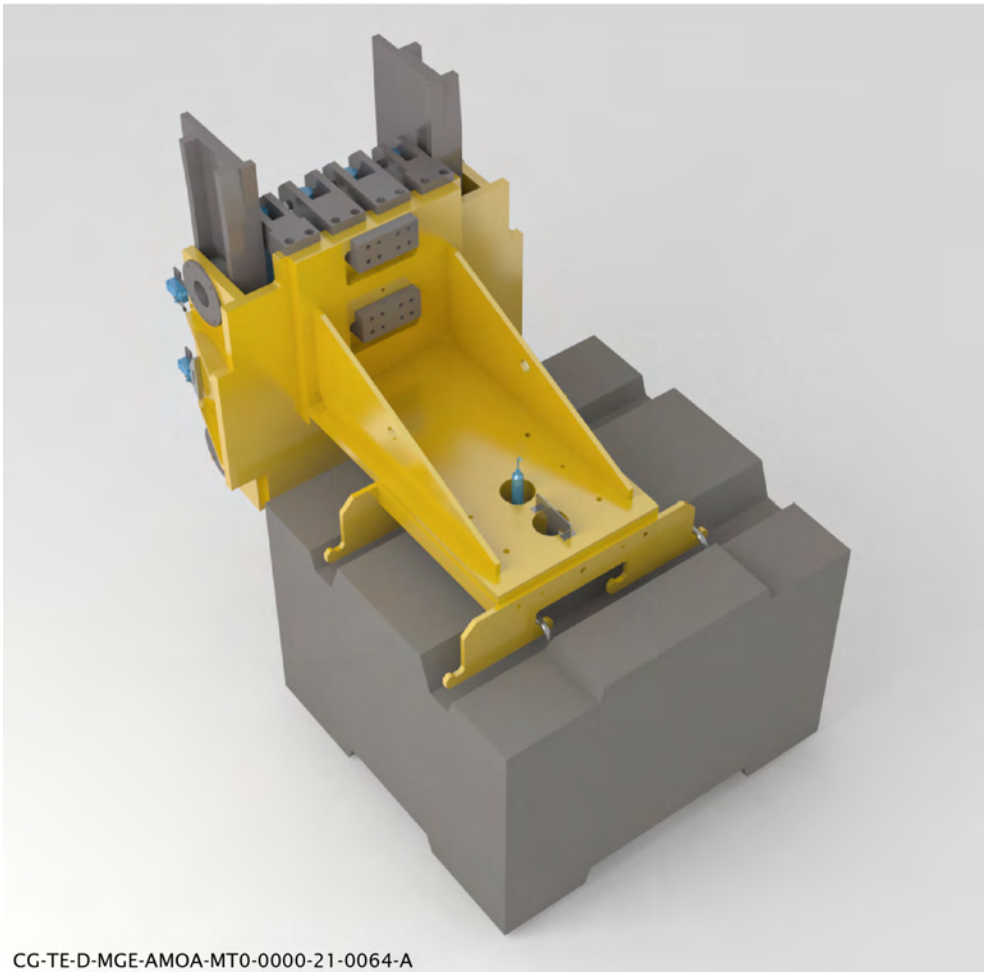


Figure 2-44 *Illustration d'un bloc de radioprotection MA-VL arrimé au grappin du pont stockeur*

2.1.7.11.4 La mise en place du bouchon de fermeture HA

Lorsque les alvéoles HA sont remplis, un bouchon de fermeture assurant la fonction de radioprotection et la fonction de limiter l'expansion du panache alcalin en tête d'alvéole durant la phase long terme après-fermeture est installé en tête des alvéoles HA (Figure 2-45). Celui-ci est décrit au chapitre 7.1.4 du présent volume.

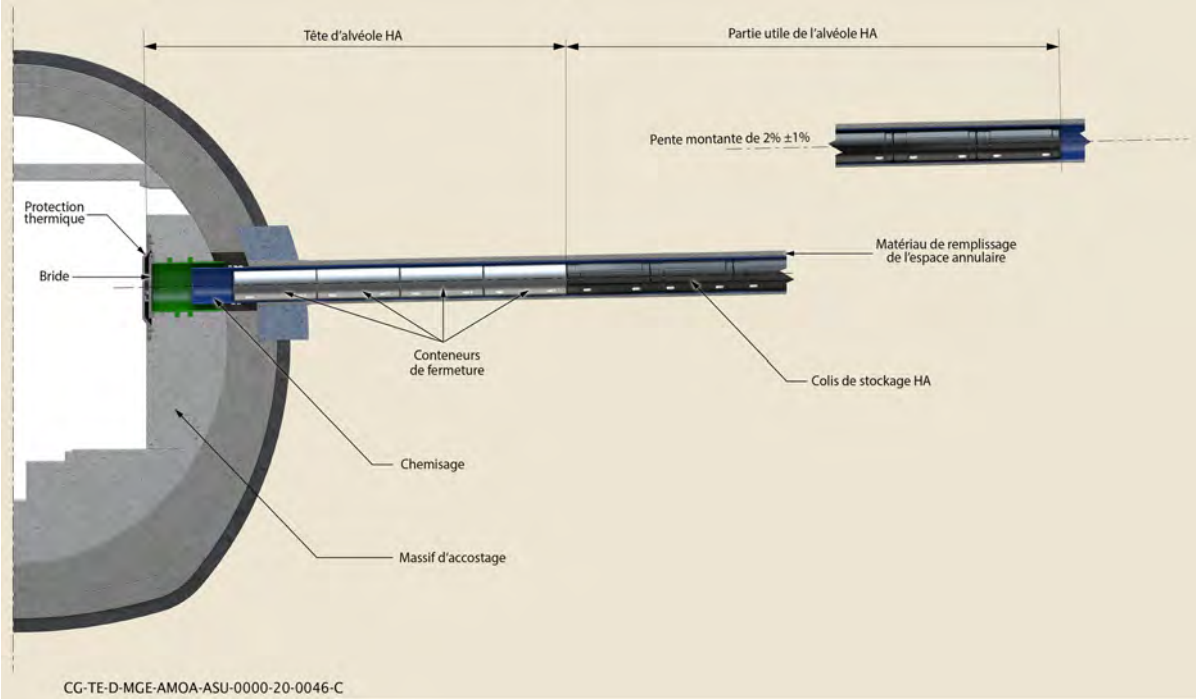


Figure 2-45 *Schéma de principe d'un alvéole HA après mise en place du bouchon de fermeture*

2.2 Les opérations de retrait en exploitation

Les scénarios de retrait en exploitation présentés ici sont considérés comme des opérations courantes d'exploitation.

2.2.1 Le retrait d'un colis de stockage MA-VL non contaminé, remonté à la surface

Dans ce scénario l'alvéole MA-VL est en cours de chargement. La mise en œuvre de ce retrait d'exploitation peut être planifiée à l'avance et faire partie du programme d'essais de retrait à conduire en Phipil.

Ce scénario correspond à une configuration qui permet à l'exploitant de procéder à une inspection en installation de surface du colis de stockage MA-VL, voire à son reconditionnement, avant remise en alvéole du colis. Ces opérations peuvent notamment être utiles suite à un événement (suspicion de chute ou choc lors de la manutention…) ou pour réaliser un examen plus approfondi dans le cadre du programme de surveillance.

Le scénario comprend l'ensemble des opérations à mettre en œuvre pour le retrait d'un colis MA-VL, non contaminé, jusqu'à sa mise en place dans un entreposage tampon en surface et l'extraction éventuelle des colis primaires MA-VL hors du conteneur.

Dans ce scénario, seul un colis de stockage directement accessible par le pont stockeur est retiré. Il n'est pas prévu dans le cadre de ce scénario d'ajouter des équipements supplémentaires par rapport à ceux présents lors des opérations de stockage. Il est cependant possible que les outils de manutention du pont stockeur soient changés ou adaptés en fonction de la nature de l'opération à réaliser et de la nature du colis.

2.2.1.1 Le retrait des colis de stockage stockés en conteneur de stockage et en panier

Préalablement à la prise en charge du colis en alvéole de stockage, un ensemble de caméras embarquées sur le pont stockeur permet de vérifier l'état et la position du colis et de ses organes de préhension. Avant la récupération du colis par le pont stockeur, un contrôle visuel de sa face avant ainsi qu'une mesure du défaut éventuel de son positionnement sont réalisés.

La prise en charge d'un colis en alvéole est effectuée par le pont stockeur. Pour cette opération, des fourches spécifiques sont prévues avec une capacité de rotation (cf. Figure 2-46) permettant la reprise du colis dans le cas où sa position en alvéole aurait été décalée, dans la limite d'une amplitude de déport angulaire d'une dizaine de degré du colis par rapport à l'axe de l'alvéole. Ces fourches ne sont installées sur le pont stockeur que pour la phase de retrait.

Selon le niveau de stockage en alvéole concerné par l'opération, le colis est déposé en cellule de manutention entre l'écran de radioprotection et l'élévateur. Après dépose du colis par le pont, celui-ci est transféré en position d'attente au niveau de l'élévateur.

La suite du processus de retrait s'effectue selon la procédure inverse de celle mise en œuvre pour le stockage des colis MA-VL.

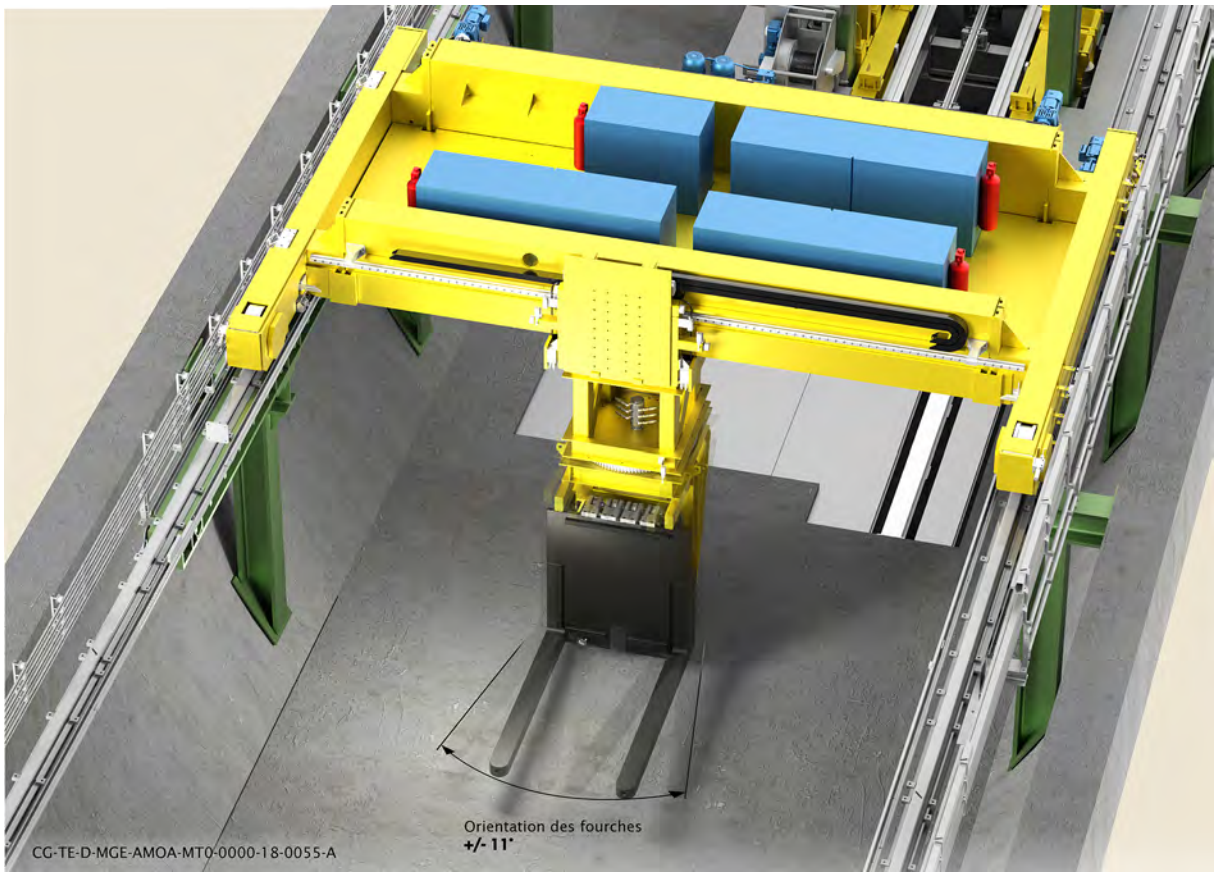


Figure 2-46 *Illustration des fourches de manipulation des colis de stockage MA-VL dotées d'un axe de rotation déporté*

Les principes de retrait des colis primaires stockés en panier sont identiques aux principes décrits ci-dessus.

2.2.1.2 Le retrait des colis stockés directement sans panier

Les principes de retrait des colis MA-VL stockés directement et sans panier sont identiques à ceux décrits pour le retrait des colis de stockage MA-VL, à l'exception près des moyens de préhension spécifiques utilisés pour ce type de colis MA-VL (cf. Figure 2-47).

Figure 2-47 *Illustration de la pince de récupération de colis MA-VL cylindriques (stockage direct)*

2.2.2 Le retrait de colis de stockage MA-VL non contaminés transférés dans un autre alvéole MA-VL

Dans ce scénario l'alvéole MA-VL est en cours de chargement, au niveau 2 de récupérabilité. La mise en œuvre de ce retrait d'exploitation peut être planifiée à l'avance et faire partie du programme d'essais de retrait, sous réserve de la disponibilité d'un alvéole le permettant.

Ce scénario peut être lié à une volonté de réorganisation des colis (repositionnement dans le stockage) dès lors que celle-ci est jugée utile et pertinente par l'exploitant. Il comprend l'ensemble des opérations à mettre en œuvre dans le cadre du retrait d'une trentaine de colis d'un alvéole MA-VL pour transfert dans un autre alvéole MA-VL parmi ceux déjà construits sous réserve de la disponibilité. Cet autre alvéole peut être un ouvrage destiné à stocker des colis identiques à ceux retirés ou bien n'être utilisé que comme « disposition temporaire tampon », en attente de leur réorientation vers leur alvéole d'origine ou vers un autre ouvrage adapté à leur stockage. Le transfert de colis entre alvéoles ne peut être réalisé que sous condition d'une compatibilité géométrique et physicochimique (co-stockage) des colis.

Après retrait de l'alvéole et mise en hotte, le colis MA-VL peut être transféré dans un autre alvéole de manière identique à un stockage classique.

La réalisation de ce scénario dépend de la capacité de transfert et de mise en stockage des colis dans le quartier de stockage MA-VL, selon les configurations suivantes :

- si le transfert est réalisé entre deux alvéoles desservis par la même galerie de liaison, le stockage MA-VL reste possible en restant dans l'installation souterraine ;
- si le transfert est réalisé entre deux alvéoles desservis par des galeries de liaison différentes, le stockage requiert une remontée préalable en surface pour retourner la hotte sur son chariot.

2.2.3 Le retrait d'un colis de stockage HA non contaminé remonté à la surface

Dans ce scénario l'alvéole HA est en cours de chargement, au niveau 2 de récupérabilité. La mise en œuvre de ce scénario d'exploitation peut être planifiée à l'avance et faire partie du programme d'essais de retrait à conduire lors de la mise en service industrielle du quartier pilote HA de la T1.

Ce scénario correspond à une situation qui permet à l'exploitant de procéder à une inspection en surface d'un colis de stockage HA, voire au relogement du colis de déchets dans un nouveau conteneur, avant remise en stockage.

Le scénario comprend l'ensemble des opérations à mettre en œuvre pour le retrait d'un colis HA, non contaminé, jusqu'à sa mise en place dans un local d'entreposage tampon en surface (l'extraction éventuelle du colis primaire HA hors du conteneur n'est pas retenue dans ce scenario, mais reste possible).

L'apparition des produits de corrosion reste peu probable dès lors que le système de gestion de l'atmosphère de l'alvéole et le système de récupération des eaux sont maintenus opérationnels, elle est néanmoins prise en compte. Pour les mêmes raisons, la présence d'eau de condensation à l'intérieur de l'alvéole (à l'intrados du chemisage) est également peu probable, néanmoins les dispositifs de retrait sont conçus pour travailler en atmosphère ambiante avec présence de vapeur d'eau.

La récupération du colis HA nécessite la mise en œuvre en galerie d'accès du dispositif « robot de retrait » en complément du « robot pousseur » (Figure 2-48). Le colis, stocké en alvéole est dans un premier temps ramené en tête d'alvéole à l'aide du robot de retrait, avec les produits de corrosion éventuels. Le colis est laissé en tête d'alvéole par le robot de retrait et les éventuels produits de corrosion sont récupérés avec le dispositif robot de retrait. Les produits de corrosion récupérés sont conditionnés en fûts et transférés dans le local de collecte des déchets d'exploitation.

Le colis HA est ensuite chargé dans la hotte de transfert HA par l'intermédiaire de la chaine pousseuse de la hotte, elle-même préalablement positionnée en tête d'alvéole sur la navette HA. La suite du processus de retrait et de retour dans l'installation en surface du colis s'effectue selon la procédure inverse de celle mise en œuvre pour le stockage des colis HA.

À la fin des opérations, si aucun autre retrait ou aucune autre mise en stockage ne sont prévus, l'alvéole est remis en conditions d'exploitation courante.

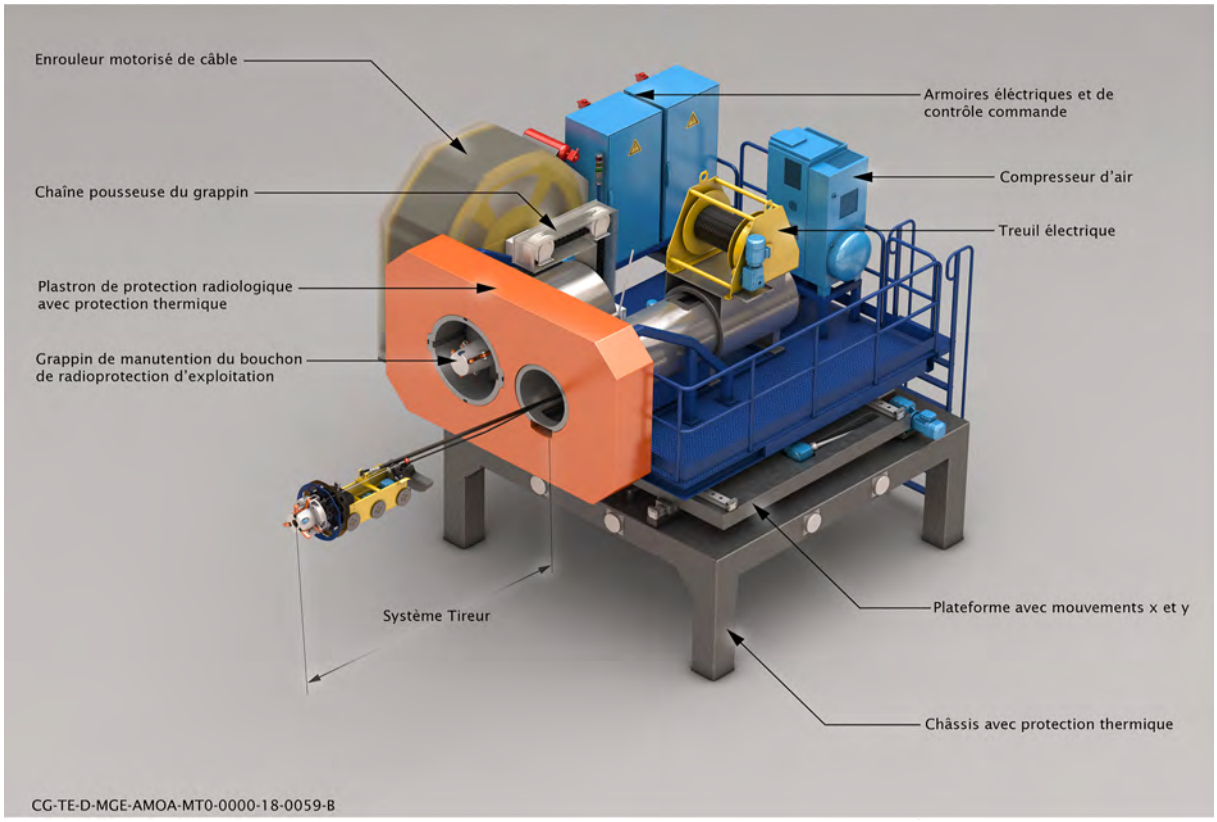


Figure 2-48 *Illustration du robot de retrait du colis de stockage HA d'un alvéole de stockage HA*

2.2.4 Le retrait de colis de stockage HA non contaminés transférés dans un autre alvéole HA

Dans ce scénario l'alvéole est au niveau 2 de la récupérabilité. La mise en œuvre de ce scénario d'exploitation peut être planifiée à l'avance et faire partie du programme d'essais de retrait, sous réserve de la disponibilité d'un alvéole le permettant.

Ce scénario peut être lié à une volonté de réorganisation des colis (repositionnement dans l'installation souterraine de stockage, par exemple d'un alvéole à l'autre au sein du quartier pilote HA) dès lors que celle-ci est jugée utile par l'exploitant. Il comprend l'ensemble des opérations à mettre en œuvre dans le cadre du retrait des colis d'un alvéole HA pour transfert dans un autre alvéole HA parmi ceux déjà construits sous réserve de la disponibilité. Cet autre alvéole peut être un ouvrage destiné à stocker définitivement les colis retirés ou bien n'être utilisé que comme « ouvrage temporaire tampon », en attente de leur réorientation vers leur alvéole d'origine ou vers un autre ouvrage adapté à leur stockage.

La réalisation de ce scénario requiert la mise en œuvre en galerie d'accès du dispositif robot de retrait en complément du robot pousseur. Dans le cas décrit ci-après, il est considéré que « l'alvéole de retrait » est positionné le plus au fond de la galerie d'accès par rapport à « l'alvéole d'accueil » des colis retirés, dans le quartier pilote HA.

Pour l'alvéole concerné par le retrait, celui-ci étant déjà en exploitation il n'y a pas d'opération préalable à réaliser. Pour l'alvéole accueillant les colis, le cas retenu correspond à un alvéole non encore ouvert et exploité. La séquence d'opérations de chargement est identique à celle prévue pour le stockage.

Une seule hotte est nécessaire pour l'ensemble des opérations de transfert de colis d'un alvéole à l'autre, cette hotte étant amenée au fond préalablement aux opérations de transfert et de positionnement des robots. La hotte de transfert HA est positionnée en galerie d'accès entre le dispositif robot de retrait et le dispositif robot pousseur.

Les opérations sont celles du retrait d'un colis présentées dans le chapitre précédent puis celle de la mise en stockage du colis en alvéole de l'exploitation courante. Elles sont résumées dans le logigramme sur la figure 2-49.

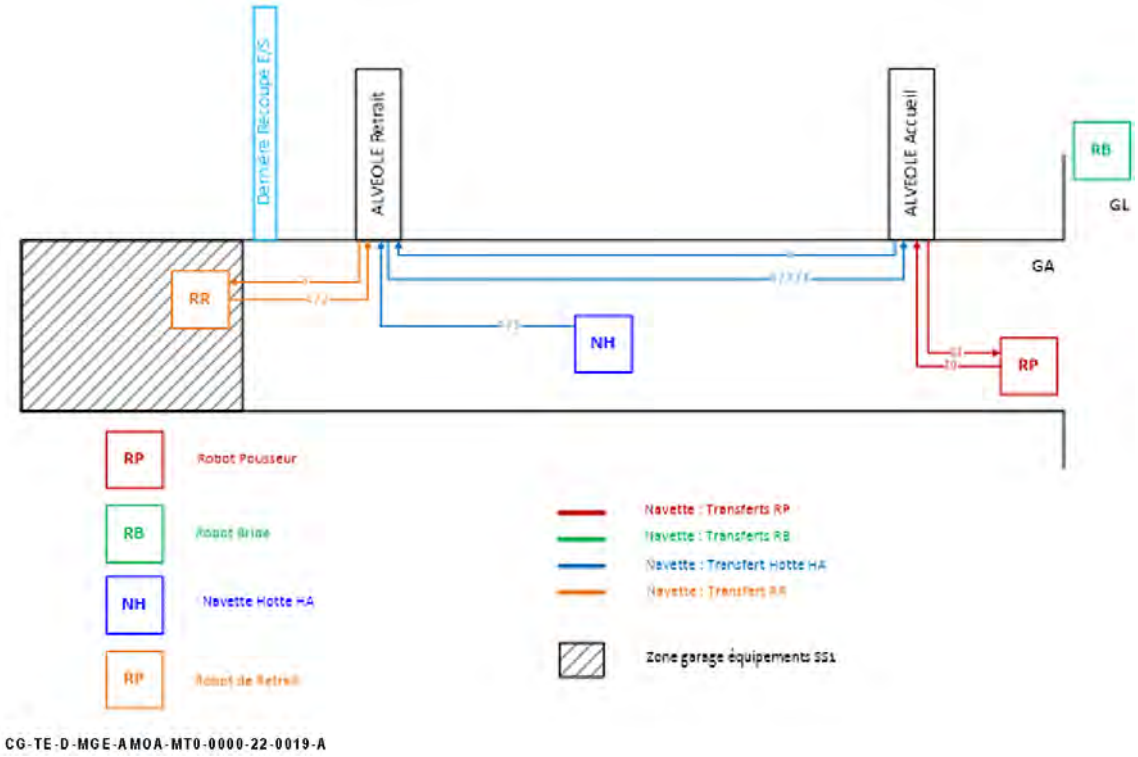


Figure 2-49 *Schéma de principe de l'enchainement des opérations de retrait et transfert de colis de stockage HA d'un alvéole de stockage HA à un autre alvéole en quartier pilote HA*

3

Les hottes de transfert des colis

3.1 Les fonctions d'exploitation 112
3.2 Les principes de conception et description 113
3.3 Le fonctionnement 128

L'objet de ce chapitre est de présenter, dans la continuité des éléments généraux de process présentés au chapitre 2 du présent volume, les hottes de transfert des colis de stockage et de décrire leurs différents composants.

Les opérations de chargement au sein de l'installation de surface et de déchargement dans les ouvrages souterrains des hottes de transfert HA et MA-VL sont quant à elles respectivement décrites aux chapitres 4, 6 et 7 du présent volume.

3.1 Les fonctions d'exploitation

3.1.1 Les hottes de transfert MA-VL

Les fonctions d'exploitation assurées par les hottes de transfert MA-VL sont :

- pour le stockage des colis MA-VL, le transfert depuis la façade d'accostage de la cellule de chargement du bâtiment nucléaire de surface jusqu'à la façade d'accostage de la cellule de manutention de l'alvéole MA-VL ;
- pour le retour de la hotte vide ou le retrait de colis, le transfert depuis la façade d'accostage de la cellule de manutention de l'alvéole MA-VL vers le bâtiment nucléaire de surface.

En outre :

- le niveau de contamination de la cavité des hottes peut être contrôlé. Au besoin, celle-ci peut être décontaminée ;
- il peut être remonté l'état de certains de ses composants lors des phases d'accostage (signaux de panne, mode de fonctionnement, etc.) ;
- les hottes ainsi que les colis de stockage MA-VL peuvent être identifiés en permanence.

L'ouverture de la porte des hottes de transfert MA-VL est uniquement possible lorsqu'elles sont accostées à un poste fixe et connectées à une façade d'accostage. De la même façon, le colis ne peut être extrait ou introduit que par un moyen de manutention extérieur à la hotte.

3.1.2 Les hottes de transfert HA

Les fonctions d'exploitation assurées par les hottes de transfert HA sont :

- pour le stockage des colis HA, le transfert depuis les installations nucléaires de surface jusqu'à l'alvéole HA ;
- pour le retour de la hotte vide ou le retrait de colis, le transfert depuis l'alvéole HA vers les installations nucléaires de surface.

En outre :

- il peut être remonté l'état de certains de ses composants lors des phases d'accostage (signaux de panne, mode de fonctionnement, etc.) ;
- la hotte peut être pilotée manuellement ou en mode semi-automatique pour des opérations élémentaires en mode dégradé ;
- les hottes ainsi que les colis de stockage HA peuvent être identifiés en permanence.

Les hottes de transfert HA sont constituées de deux compartiments :

- le premier assure la prise en charge du colis HA ;
- le second assure la prise en charge du bouchon de radioprotection provisoire lors des opérations de chargement/déchargement.

3.2 Les principes de conception et description

3.2.1 Les hottes de transfert MA-VL

Les hottes de transfert MA-VL sont des enceintes de protection mobiles. Elles sont composées (cf. Figure 3-1) :

- d'une enceinte de confinement ;
- d'un système de calage des colis ;
- d'une enceinte blindée ;
- d'une porte blindée coulissante ;
- d'une protection thermique ;
- d'un châssis ;
- d'interfaces de manutention ;
- d'un système de détection des chocs ;
- de connexions permettant de raccorder un système de balayage de l'atmosphère interne de la cavité.

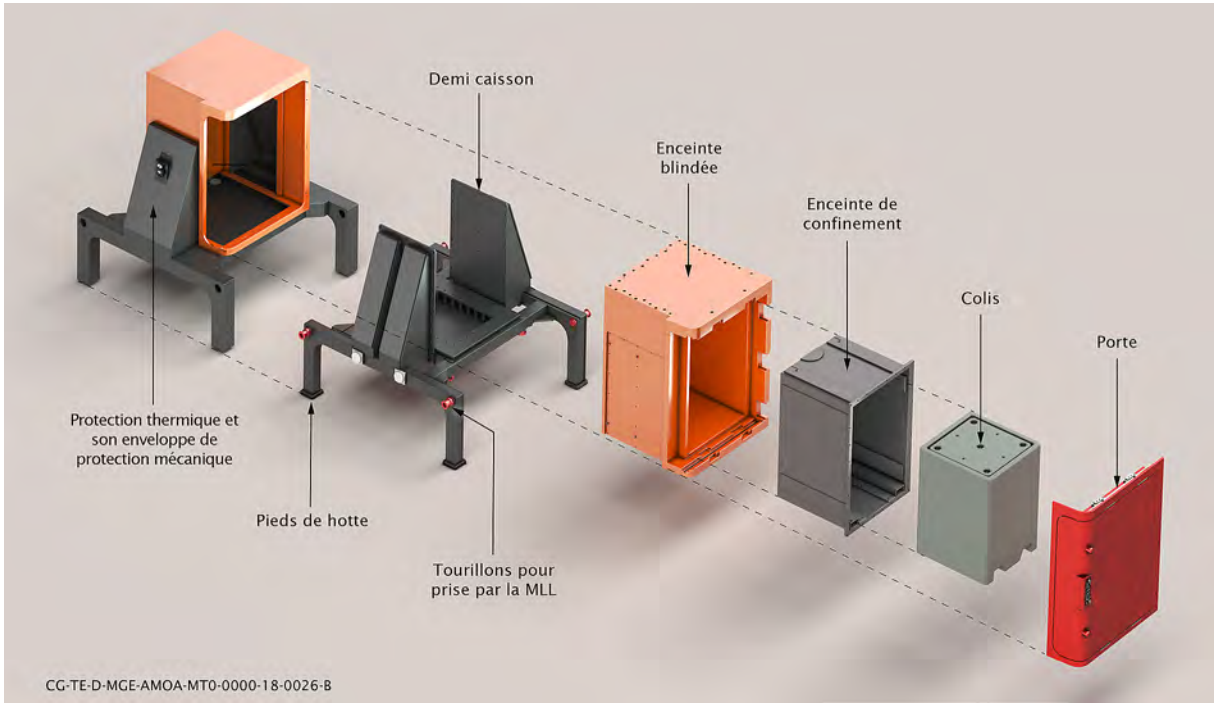


Figure 3-1 Illustration éclatée de la hotte de transfert MA-VL

Afin de permettre la manutention de tous les types de colis MA-VL, trois types de hottes de transfert MA-VL, de dimensions différentes, sont retenus (cf. Figure 3-2) :

- une hotte de type 1 pour les colis CS2, CS3, CS21, CS22, CS23, CS24, CS25 et CS27 (masse à vide d'environ 68 tonnes) ;
- une hotte de type 2 pour les colis CS1, CS4, CS6 et CS7 (masse à vide d'environ 66 tonnes) ;
- une hotte de type 3 pour les colis CS5 et CS26 (masse à vide d'environ 72 tonnes).

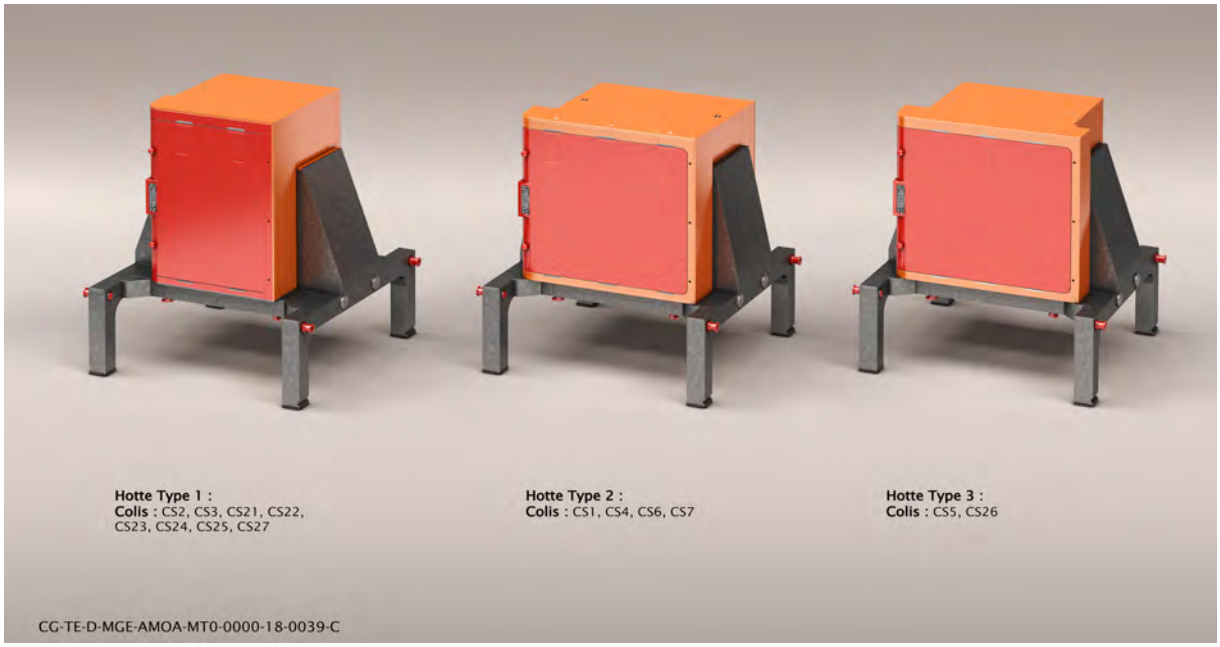


Figure 3-2 Illustration des trois types de hottes de transfert MA-VL

Les dimensions de chaque hotte sont définies en fonction du gabarit des colis MA-VL et de leurs caractéristiques radiologiques.

Les portes des hottes de type 2 et de type 3 ont les mêmes dimensions et s'interfacent sur la même façade d'accostage dans l'installation de surface, ce qui permet de limiter le nombre de façades d'accostages nécessaires en cellules de chargement dans le bâtiment nucléaire de surface.

3.2.1.1 L'enceinte de confinement

La hotte de transfert MA-VL chargée d'un colis en configuration porte fermée assure un deuxième système de confinement statique (le premier système étant assuré par le colis de stockage) pendant le transfert depuis la façade d'accostage dans le bâtiment nucléaire de surface (parc à hottes) jusqu'à la façade d'accostage des alvéoles MA-VL. La hotte de transfert MA-VL possède un taux de fuite maximal admissible porte fermée en conditions normales et dégradées pour permettre leur exploitation dans des zones de classe de ventilation C1 FI au sens de la norme NF ISO 17873 de 2006 (15).

Les principes de conception de la hotte de transfert MA-VL sont les suivants :

- une étanchéité assurée par une enceinte étanche inox (cf. Figure 3-3) à l'intérieur du blindage de la hotte et par un joint entre la porte et son dormant. L'état du joint est vérifié à chaque opération de maintenance ou de changement de cales ;
- une résistance mécanique de l'ensemble enceinte/porte/joint permettant de préserver la performance de confinement lors d'un séisme, d'une chute sur ses pieds de sa hauteur de manutention ou d'une décélération consécutive à un choc ou un freinage d'urgence.

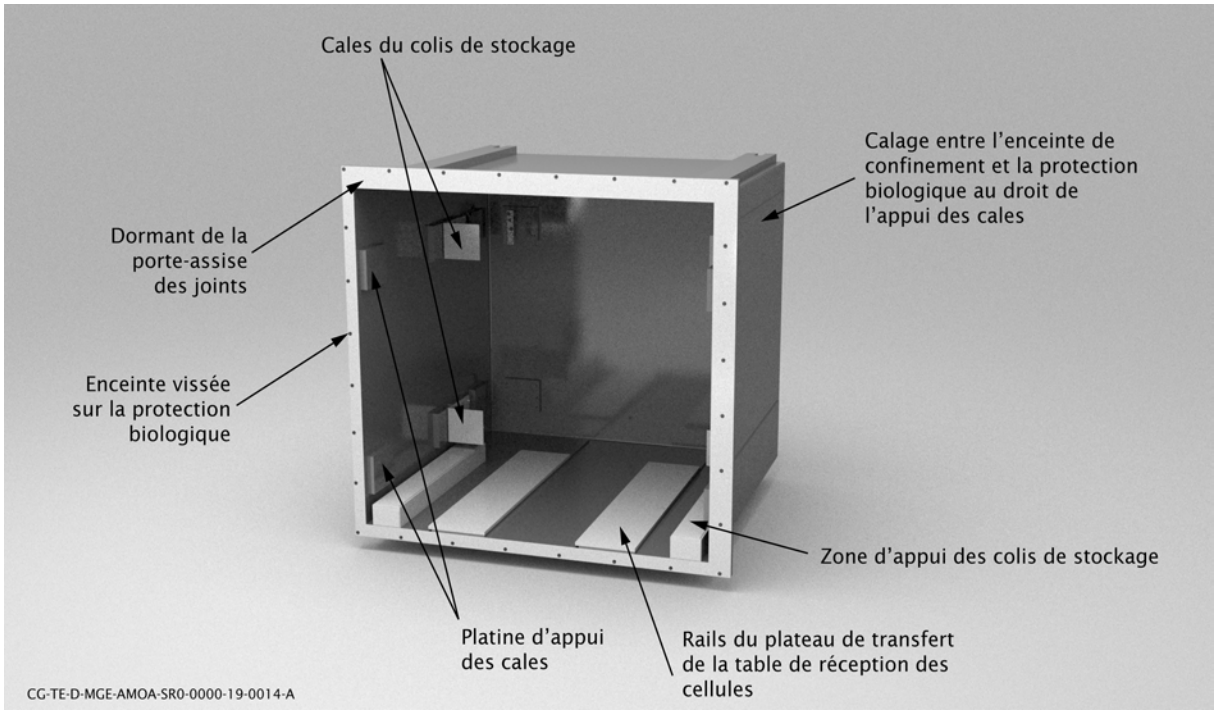


Figure 3-3 *Illustration de l'enceinte de confinement de la hotte de transfert MA-VL*

3.2.1.2 Le système de calage des colis

Compte tenu que des colis de stockage de géométries différentes sont susceptibles d'être chargés au sein d'un même type de hotte, certains colis seront calés afin de limiter leur déplacement à l'intérieur de la cavité (cf. Figure 3-4).

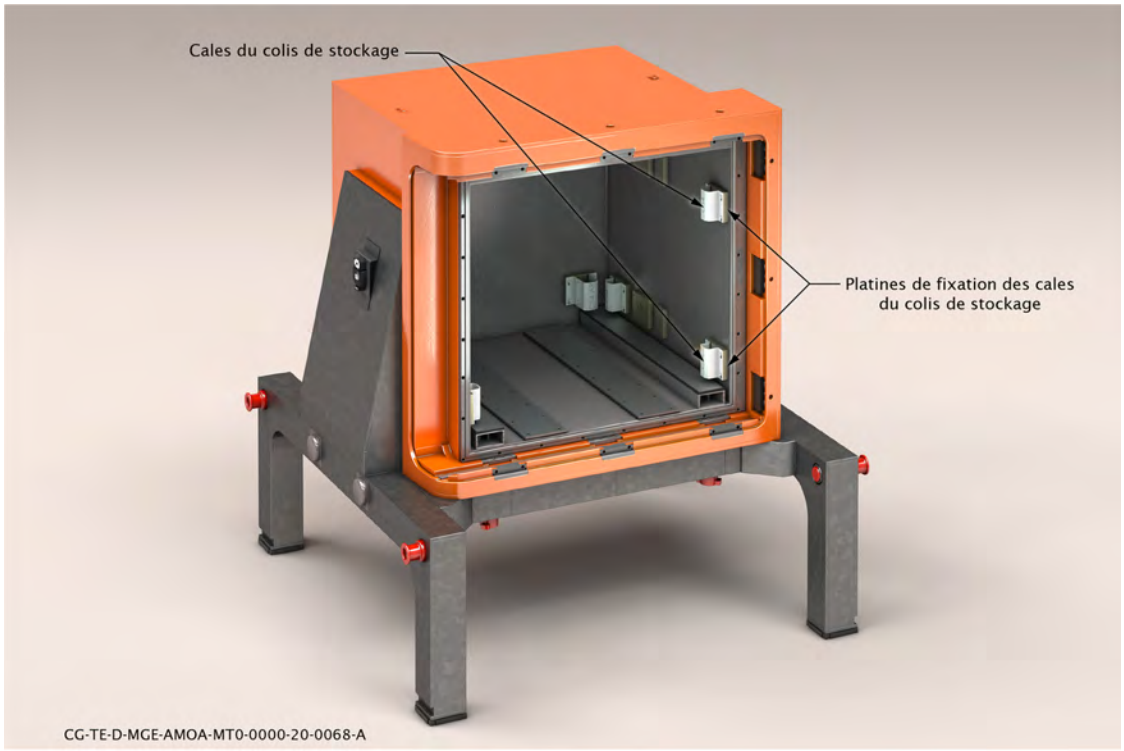


Figure 3-4 *Illustration de l'intérieur d'une hotte de transfert MA-VL équipée avec des cales de maintien des colis de stockage MA-VL*

3.2.1.3 L'enceinte blindée

Lors des phases d'accostage, l'enceinte blindée (cf. Figure 3-5) assure la continuité de la protection radiologique avec la paroi à laquelle la hotte est accostée.

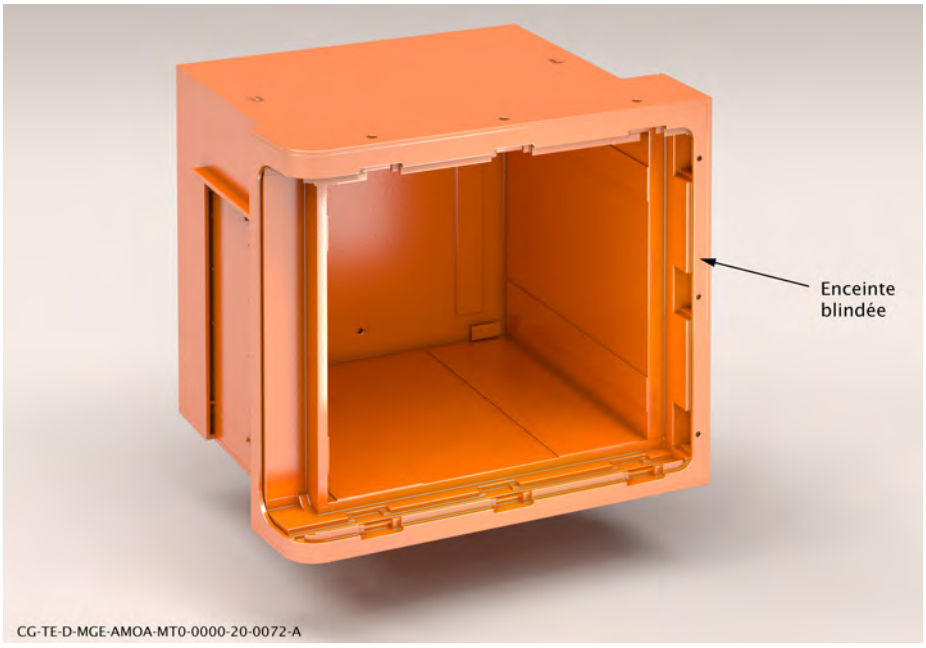


Figure 3-5 Illustration de la protection radiologique de la hotte de transfert MA-VL

3.2.1.4 La porte blindée coulissante

La porte blindée de la hotte de transfert MA-VL (cf. Figure 3-6), une fois fermée et verrouillée, assure la continuité de l'enceinte de confinement et de la protection radiologique.

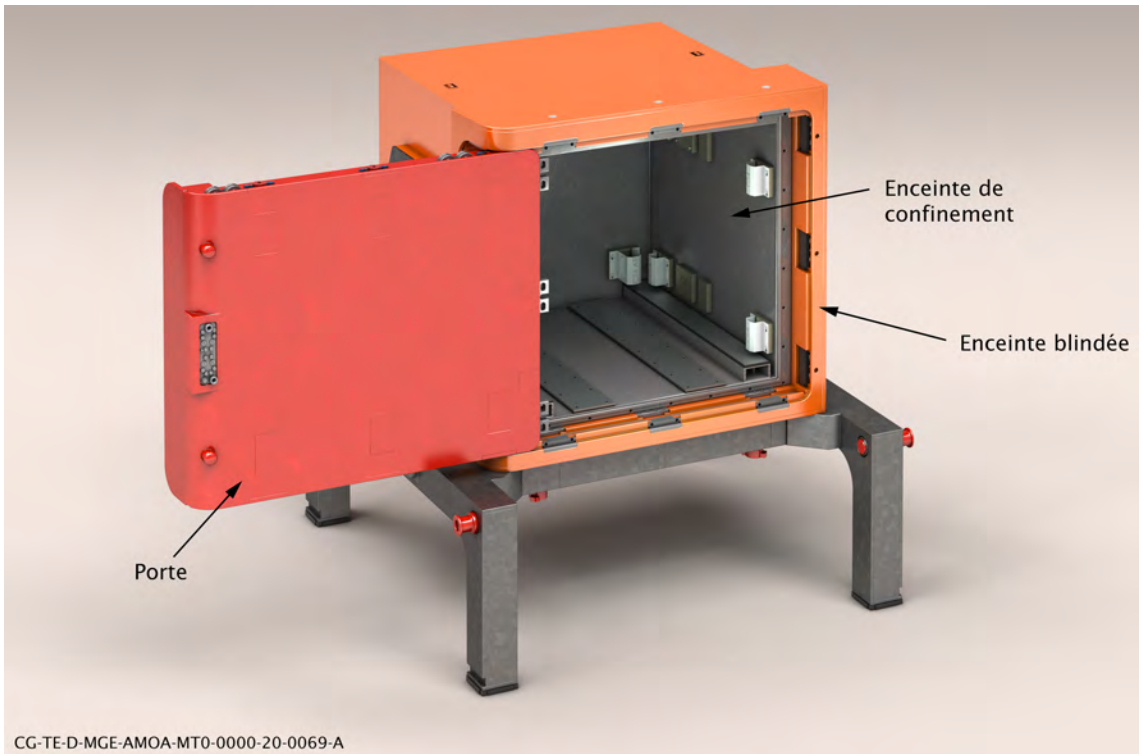


Figure 3-6 Illustration de la hotte de transfert MA-VL avec la porte ouverte

Cette porte est passive et entraînée en translation par la façade d'accostage, aussi bien dans le bâtiment nucléaire de surface qu'au niveau de l'alvéole MA-VL au fond, par deux pions de manœuvre.

Lorsque la hotte est désaccostée ou en phase de transfert, un témoin visuel permet aux opérateurs de contrôler si besoin, le bon verrouillage.

3.2.1.5 La protection thermique

Les hottes sont recouvertes d'une protection thermique sur l'ensemble de leurs composants : enceinte blindée, porte coulissante, châssis et pieds.

En cas d'incendie, cette protection thermique permet à la hotte de maintenir l'intégrité des fonctions de sûreté (confinement, radioprotection et protection du colis) ainsi que la stabilité mécanique de l'ensemble.

Cette protection thermique se présente sous la forme de panneaux isolants. Elle est recouverte d'un capotage permettant de la préserver des petits chocs et rayures. Cette protection recouvre le jeu entre la porte de la hotte et son dormant, afin d'éviter des entrées d'air chaud au niveau du joint de la porte.

3.2.1.6 Le châssis

L'enceinte blindée est fixée sur un châssis. Ce châssis est une structure mécano-soudée qui permet à la hotte d'être manutentionnée et prise en charge aussi bien par les chariots et navettes que par la machine à levage limité et le funiculaire.

3.2.1.7 Les interfaces de manutention

Les interfaces de manutention des hottes de transfert MA-VL (semelles, plots, tourillons) (cf. Figure 3-7) sont standardisées pour les différents moyens de transfert et de transitique : tables tournantes, chariots, navettes, machine à levage limité (MLL), funiculaire, tables d'accostage.

Les hottes de transfert MA-VL sont pourvues de quatre semelles qui intègrent un logement permettant le positionnement et le verrouillage des hottes sur la table tournante de hotte et sur le funiculaire. Ce logement permet également le positionnement précis de la hotte sur la table d'accostage en fond.

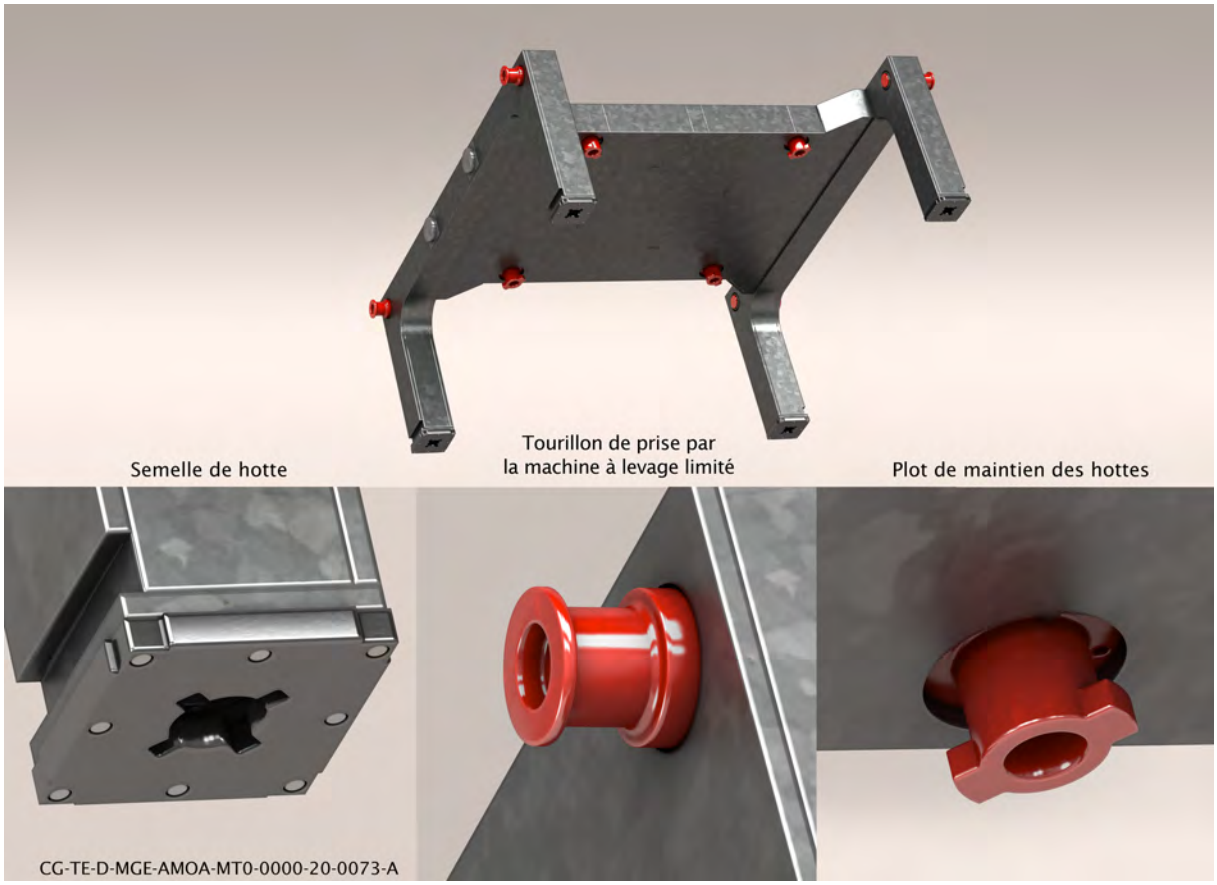


Figure 3-7 *Illustration des interfaces de manutention des hottes de transfert MA-VL*

Les hottes sont pourvues de quatre plots installés sous la face inférieure du châssis. Ces plots servent à verrouiller les hottes sur les chariots et les navettes ainsi que sur la table d'accostage en surface. Lors de l'accostage à l'alvéole au fond, ces plots s'insèrent dans des glissières présentes sur les massifs béton afin de limiter les déplacements de la hotte sous séisme.

Les hottes sont également pourvues de quatre tourillons installés sur le châssis. Ces tourillons servent à la préhension de la hotte par la machine à levage limité dans le parc à hottes.

3.2.1.8 Le système de détection des chocs

Afin de contrôler le bon déroulement des opérations de transfert des hottes, un enregistreur de chocs assure (Figure 3-8) :

- l'acquisition en continu des accélérations dans les trois directions ;
- le déclenchement d'un signal lumineux (diode) lorsque le seuil fixé est dépassé ;
- la possibilité de traiter, *a posteriori*, l'ensemble des données acquises (moment exact du choc, puissance du choc, etc.).

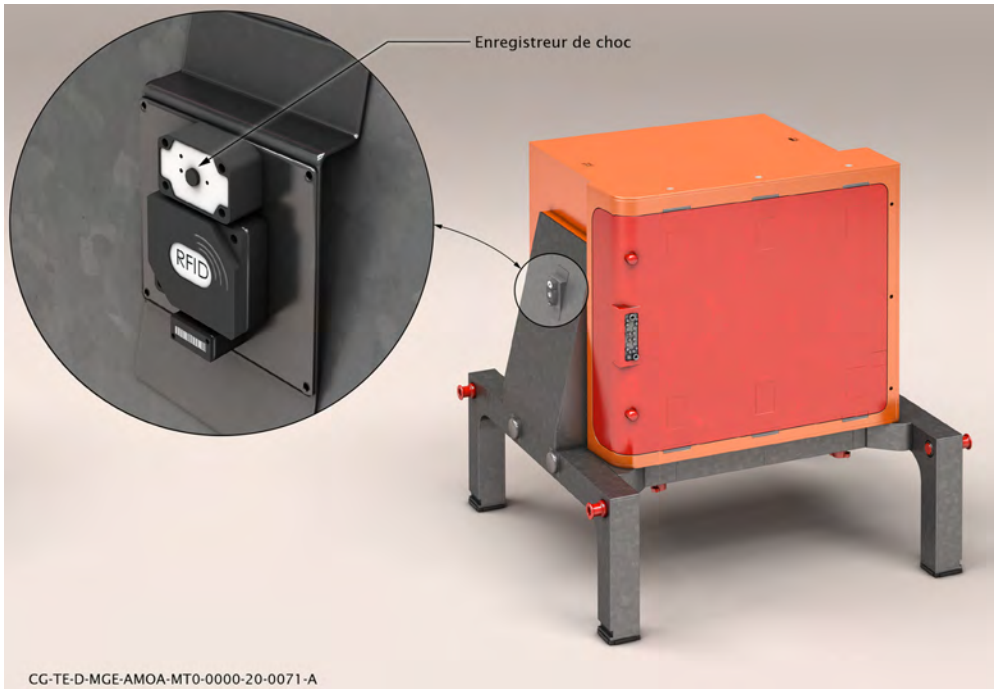


Figure 3-8 Illustration de l'enregistreur de choc de la hotte de transfert MA-VL

3.2.1.9 Le système de dégazage

En cas d'arrêt prolongé d'une hotte contenant un colis MA-VL, il peut être nécessaire d'évacuer les éventuels gaz de radiolyse dégagés dans l'enceinte de confinement pour éviter tout risque de formation d'atmosphère explosive (Atex). Un système portable et autonome mis en œuvre manuellement est prévu pour cette opération (cf. Figure 3-9).

L'évacuation des gaz contenus dans la cavité interne de la hotte est obtenue par balayage (circulation d'air par aspiration par effet venturi).

Les piquages sont situés à une hauteur accessible par les opérateurs. L'atmosphère aspirée de la hotte est filtrée (filtre Très Haute Efficacité).

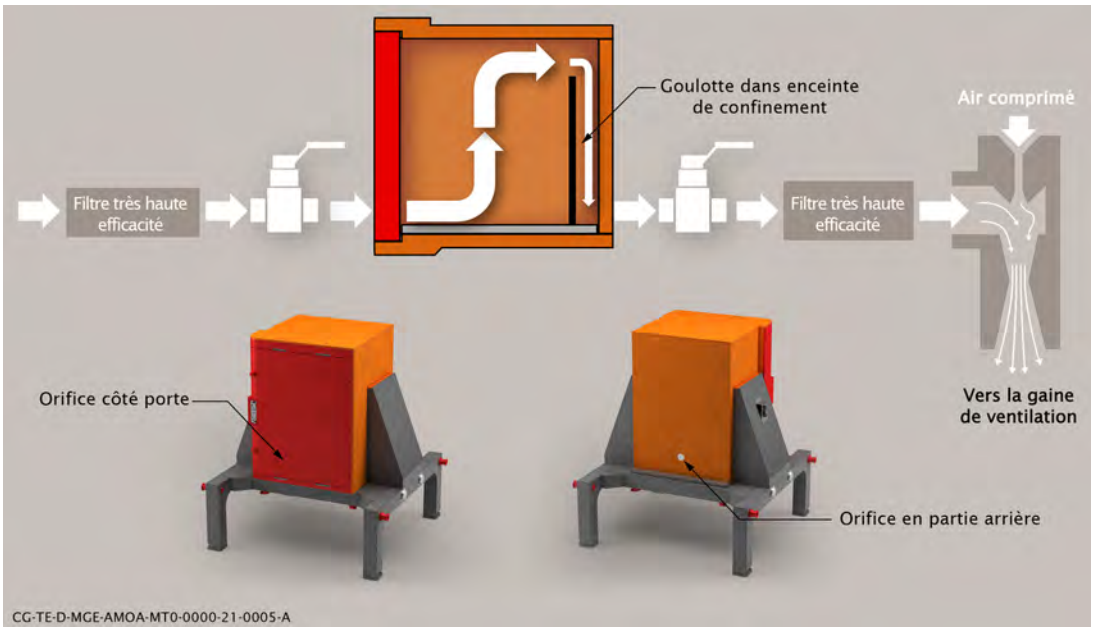


Figure 3-9 Principe de balayage de l'atmosphère d'une hotte de transfert MA-VL

3.2.2 Les hottes de transfert HA

Les hottes de transfert HA sont des enceintes blindées non confinantes à porte coulissante (cf. Figure 3-10). Elles sont composées (cf. Figure 3-11) :

- d'une enceinte blindée composée d'une structure en couches successives acier/résine neutrophage/acier ;
- d'un logement pour le colis HA intégrant une chaîne pousseuse, un fourreau mobile et un grappin ;
- d'un logement pour le bouchon de radioprotection provisoire intégrant une chaîne pousseuse, un fourreau mobile et un grappin ;
- d'une protection thermique intégrale ;
- d'un châssis intégrant une table croisée ;
- d'interfaces de manutention standardisées pour les différents moyens de transfert et de transitique ;
- de connexions électriques avec la navette HA, la table d'accostage en surface et le poste de maintenance ;
- d'un système d'identification hotte et colis ;
- d'un système de détection des chocs.

Figure 3-10 Illustration de la hotte de transfert HA

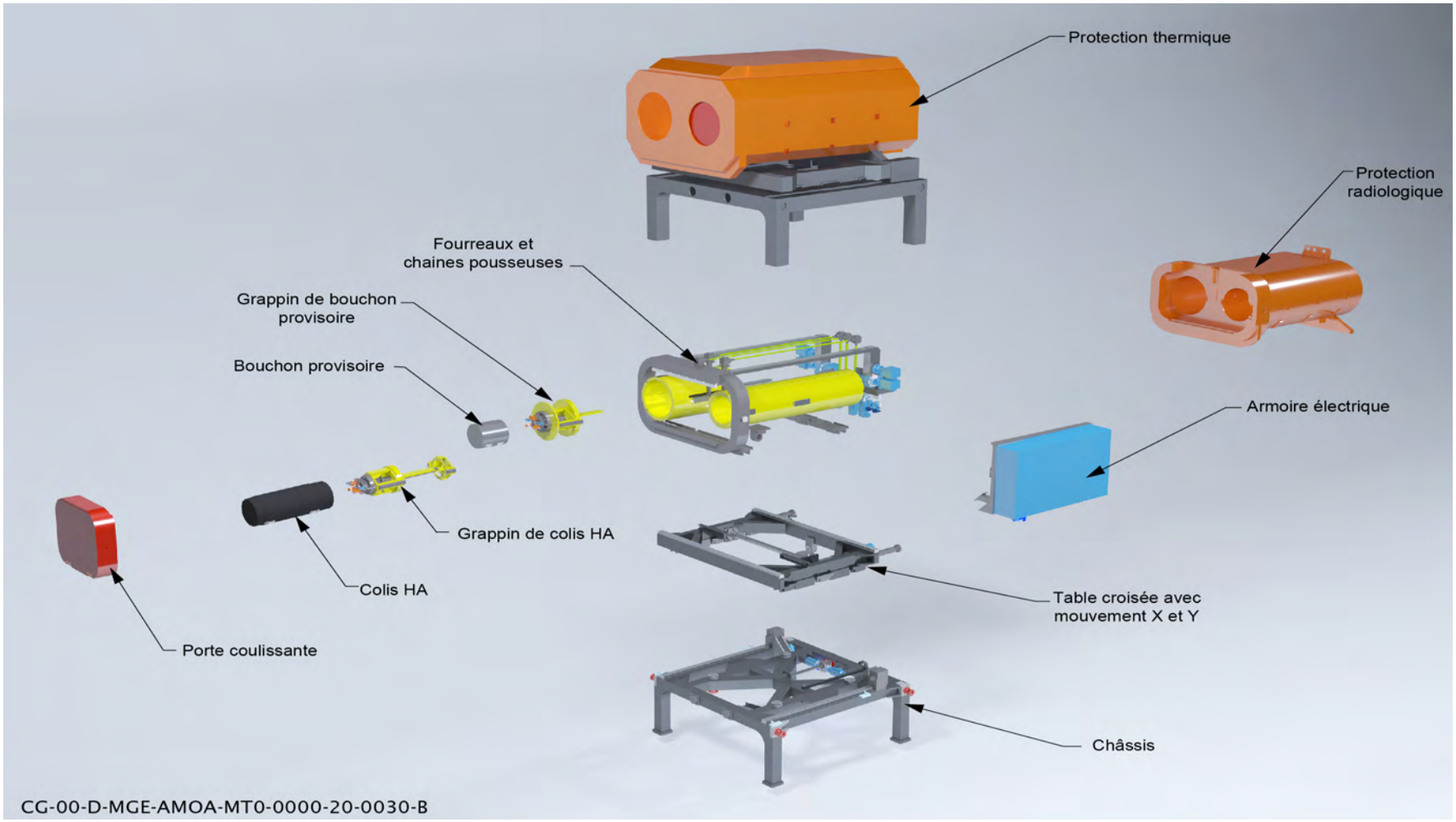


Figure 3-11 Illustration éclatée de la hotte de transfert HA

3.2.2.1 L'enceinte blindée

L'enceinte blindée assure la protection radiologique des opérateurs vis-à-vis des colis de stockage HA (cf. Figure 3-12). Le fourreau mobile du colis contribue également à cette fonction pendant les phases de chargement et déchargement du colis.

Cette enceinte est constituée d'un caisson mécano-soudé en acier dans laquelle est coulée une résine neutrophage. L'enceinte blindée est inclinée afin de tenir compte de l'inclinaison des alvéoles HA.

Figure 3-12 Illustration du blindage d'une hotte de transfert HA

L'enceinte blindée sert au logement des fourreaux mobiles (colis et bouchon) et de la porte blindée.

3.2.2.2 Le fourreau mobile colis

Lors des phases de transfert de la hotte de transfert HA, le colis est placé dans un fourreau mobile (cf. Figure 3-13) dans un logement à l'intérieur de l'enceinte blindée. Ce fourreau mobile permet de franchir la distance entre le seuil de la porte de la hotte et l'entrée du chemisage de l'alvéole lors des opérations de stockage ou de retrait du colis HA. Il est monté sur patins et coulisse à l'intérieur de l'enceinte blindée. Le mouvement de translation est assuré par un système pignon-crémaillère (la crémaillère étant implantée sur l'extérieur du fourreau mobile). L'entraînement du pignon est réalisé par l'intermédiaire d'un motoréducteur placé sur la face arrière de la hotte.

Les éléments situés en face arrière de la hotte sont protégés des effets d'un incendie par la protection thermique et sont accessibles pour les opérations de maintenance et/ou de dépannage.

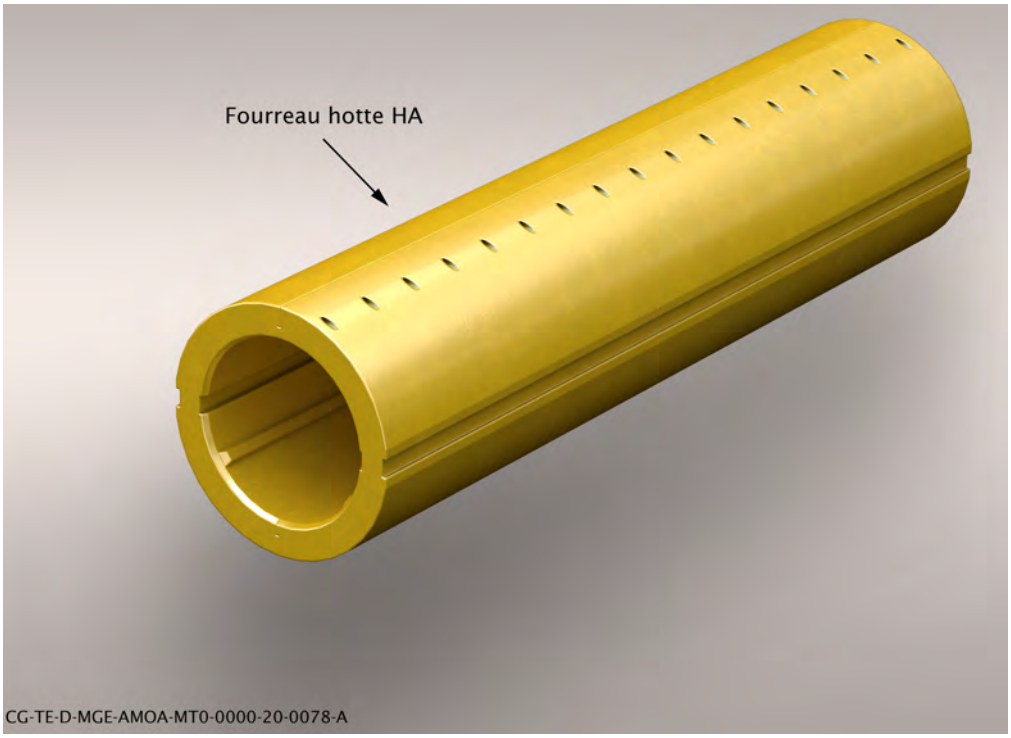


Figure 3-13 *Illustration du fourreau mobile du colis de stockage HA de la hotte de transfert HA*

L'extrémité du chemisage de l'alvéole HA présente des tolérances de construction qui impose au fourreau de s'adapter aux variations de position de chaque alvéole. Le fourreau mobile s'immobilise au contact de la position réelle du chemisage (cf. Figure 3-14).

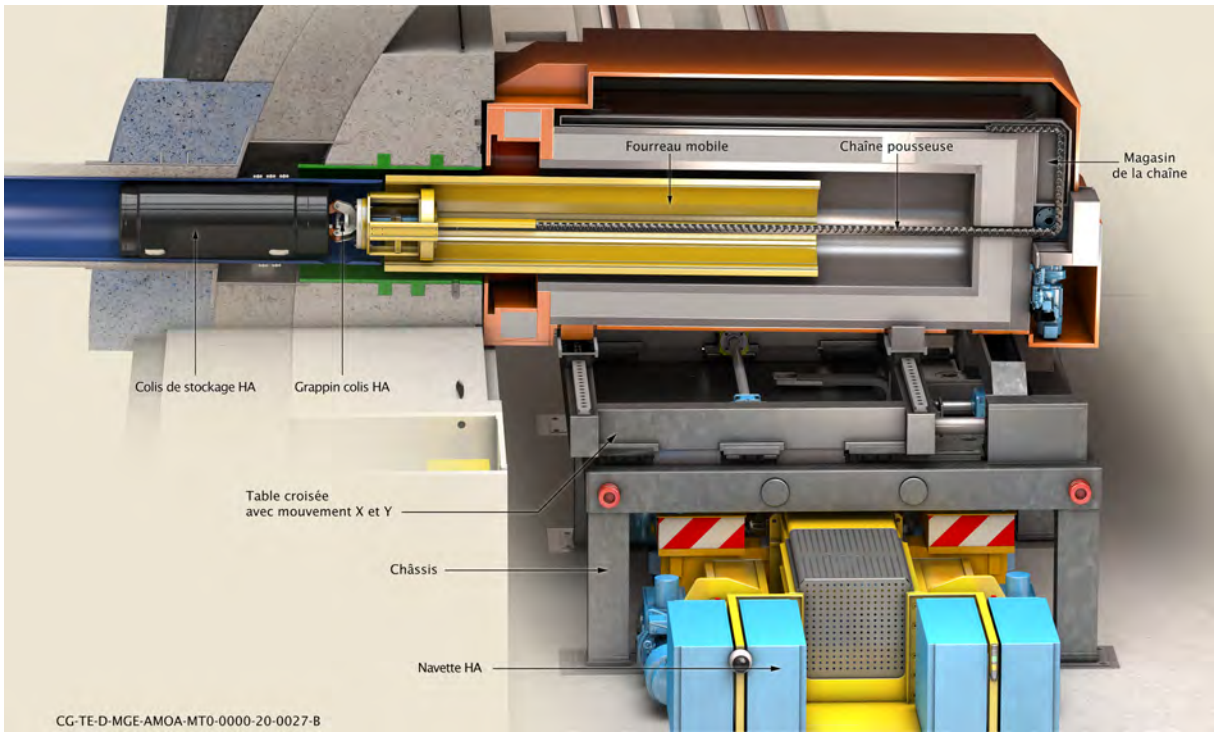


Figure 3-14 *Illustration du déchargement du colis de stockage HA (intérieur de la hotte de transfert et de l'alvéole de stockage HA)*

Lors des phases de chargement et déchargement du colis HA, ce dernier est agrippé par l'intermédiaire d'un grappin *via* la gorge de manutention intégrée au colis (cf. Figure 3-15). La translation du grappin dans le fourreau mobile est réalisée par l'intermédiaire d'une chaîne pousseuse.

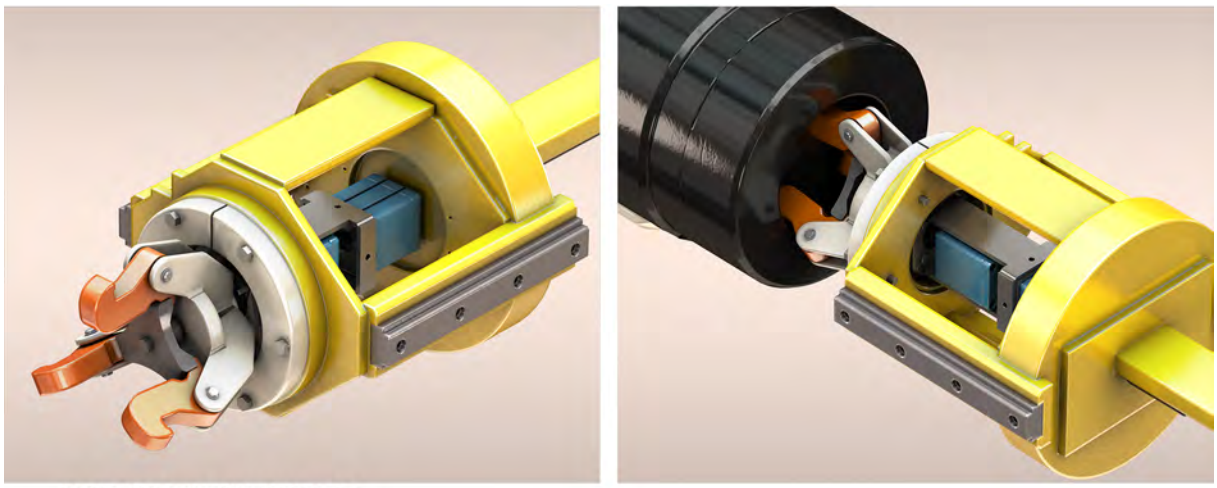


Figure 3-15 *Illustration du grappin de préhension du colis de stockage HA*

Pendant les phases de transfert, le logement du colis est fermé par une porte blindée (cf. Figure 3-16). Cette porte est verrouillée lors des phases de transfert. Pendant les opérations de mise en alvéole, cette porte blindée coulissante libère le passage au fourreau mobile contenant le colis HA. L'entraînement de cette porte est effectué par un système pignon-crémaillère dont l'actionneur (motoréducteur électrique) est déporté à l'arrière de la hotte.

La porte blindée participe également à la protection des opérateurs vis-à-vis des rayonnements ionisants. Elle présente une structure en sandwich (acier + résine neutrophage + acier). Cette structure est complétée par une protection thermique frontale.

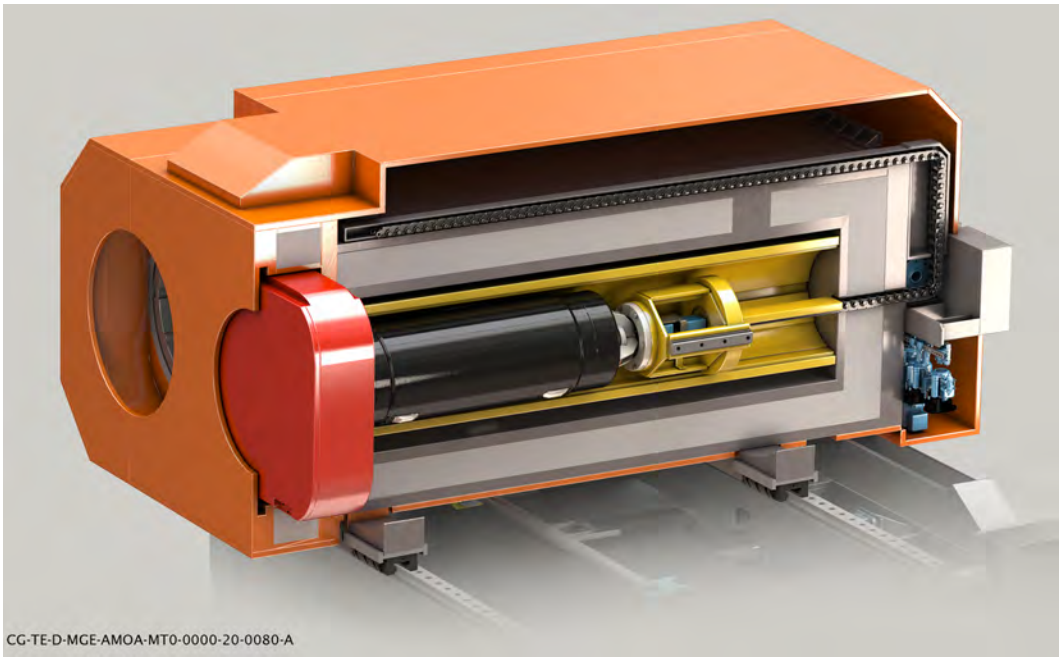


Figure 3-16 *Illustration de l'intérieur de la hotte de transfert HA (axe du fourreau mobile du colis de stockage HA)*

Un doigt de verrouillage, implanté sur le plastron avant de la hotte de transfert HA permet de libérer le mouvement de la porte lorsque la hotte est accostée devant une façade d'accostage (en surface ou en fond). Ainsi, le colis HA ne peut pas sortir de la hotte dans une zone non prévue à cet effet.

Le système de fourreau mobile et de grappin du colis HA permet également le transport et la mise en place des bouchons de fermeture et des bouchons de radioprotection définitifs.

3.2.2.3 Le fourreau mobile bouchon

Lors d'une opération de stockage ou de retrait d'un colis HA, avant de pouvoir agir sur le colis, il est nécessaire de retirer le bouchon de radioprotection provisoire qui est positionné en tête de l'alvéole de stockage. Le fourreau mobile du bouchon (cf. Figure 3-17) fonctionne de manière identique au fourreau mobile de colis HA abordé précédemment.

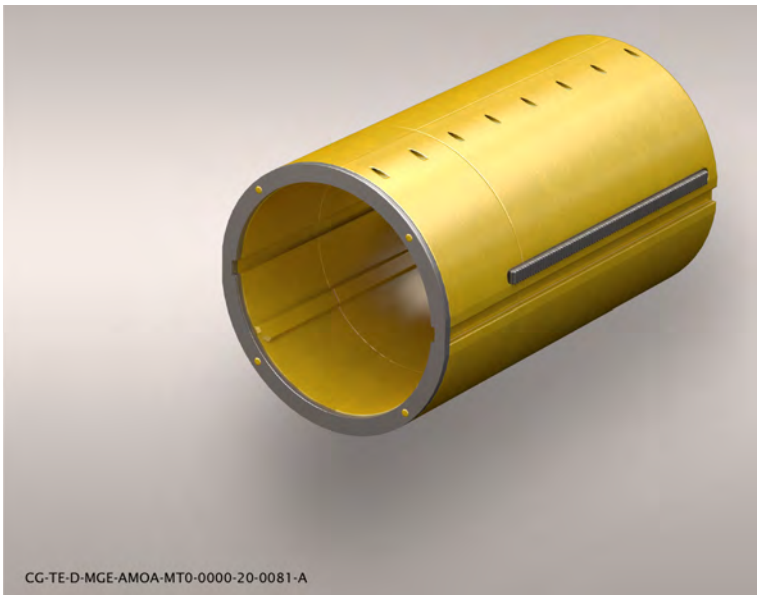


Figure 3-17 *Illustration du fourreau mobile du bouchon de la hotte de transfert HA*

Lors des phases de retrait ou de mise en place du bouchon de radioprotection provisoire, ce dernier est agrippé par un grappin *via* la gorge de manutention intégrée au bouchon (cf. Figure 3-18). La translation du grappin dans le fourreau mobile est réalisée par l'intermédiaire d'une chaîne pousseuse.

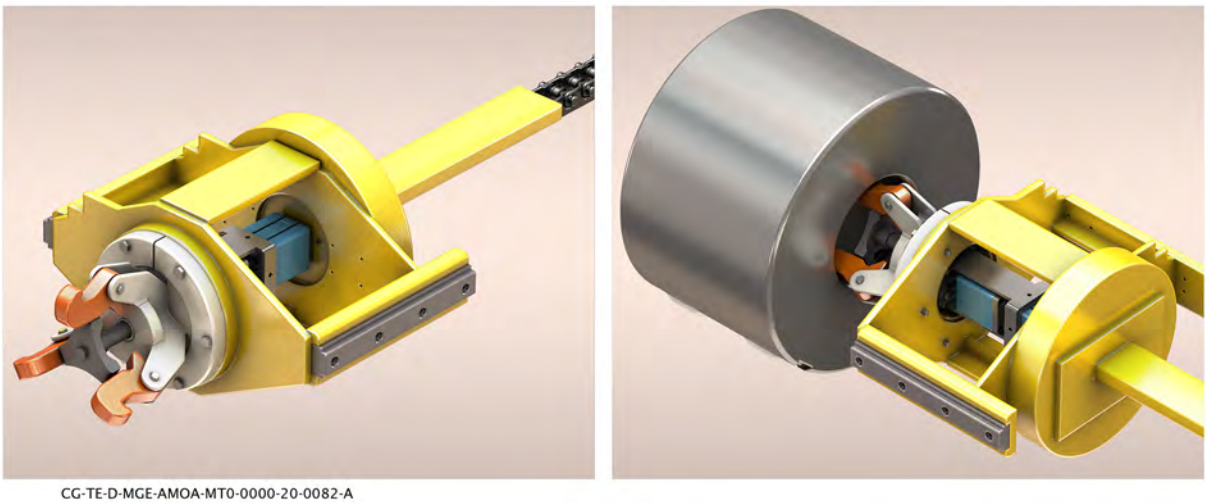


Figure 3-18 *Illustration du grappin de préhension du bouchon de radioprotection provisoire d'un alvéole de stockage HA*

3.2.2.4 Le système de protection thermique

Les hottes de transfert HA sont recouvertes d'une protection thermique qui permet pendant et après un incendie de :

- préserver le matériau neutrophage et l'acier des fourreaux d'une dégradation susceptible de conduire, pour les opérateurs, à un risque d'exposition à des rayonnements ionisants ;
- garantir une température maximale des colis primaires HA inférieure à 450 °C en fonctionnement normal ;
- préserver les propriétés mécaniques des pieds de la hotte afin de garantir sa stabilité.

Cette protection thermique se présente sous forme de panneaux isolants microporeux dotés de propriétés thermiques élevées. Sur cette protection thermique est posée un capotage, permettant de la préserver des petits chocs et rayures.

Les armoires dédiées au contrôle-commande de la hotte disposent d'une protection thermique périphérique et de systèmes automatiques d'extinction incendie.

3.2.2.5 Le châssis

La hotte de transfert HA est fixée sur un châssis (cf. Figure 3-19). Ce châssis est une structure mécano-soudée qui permet à la hotte d'être manutentionnée et prise en charge aussi bien par les chariots et navettes que par la machine à levage limité et le funiculaire.

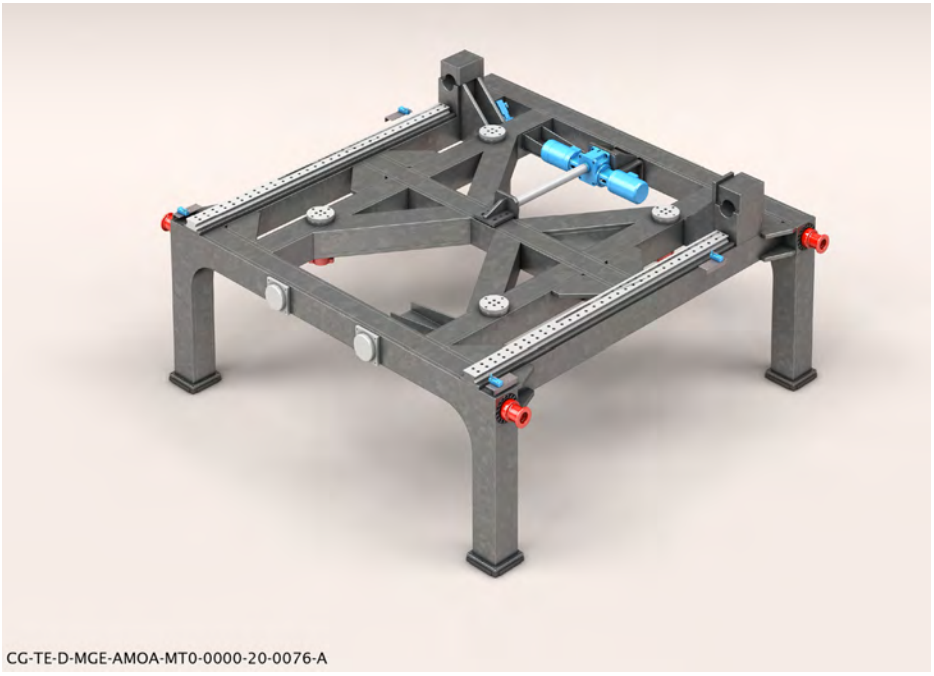


Figure 3-19 Illustration du châssis de la hotte de transfert HA

Sur ce châssis est installée une table croisée qui permet à l'enceinte blindée de se positionner horizontalement dans la bonne configuration lors des cycles de chargement/déchargement du bouchon et du colis ainsi que lors des phases de transfert de la hotte (le réglage vertical de la hotte est réalisé par l'intermédiaire de quatre platines dans le radier).

3.2.2.6 Les interfaces de manutention

Les interfaces de la hotte de transfert HA avec les différents équipements sont les mêmes que pour la hotte de transfert MA-VL, décrits au chapitre 3.2.1.7 du présent volume.

3.2.2.7 Le système de connexion au réseau d'alimentation en électricité

Des connecteurs sont disposés sous le châssis inférieur de la hotte de transfert HA (cf. Figure 3-20) pour pouvoir établir une connexion électrique (puissance et contrôle) de la hotte aux différents accostages :

- par la table d'accostage pour l'accostage dans les installations en surface ;
- par la navette HA pour l'accostage dans l'installation souterraine ;
- par des connecteurs positionnés manuellement en local de maintenance.

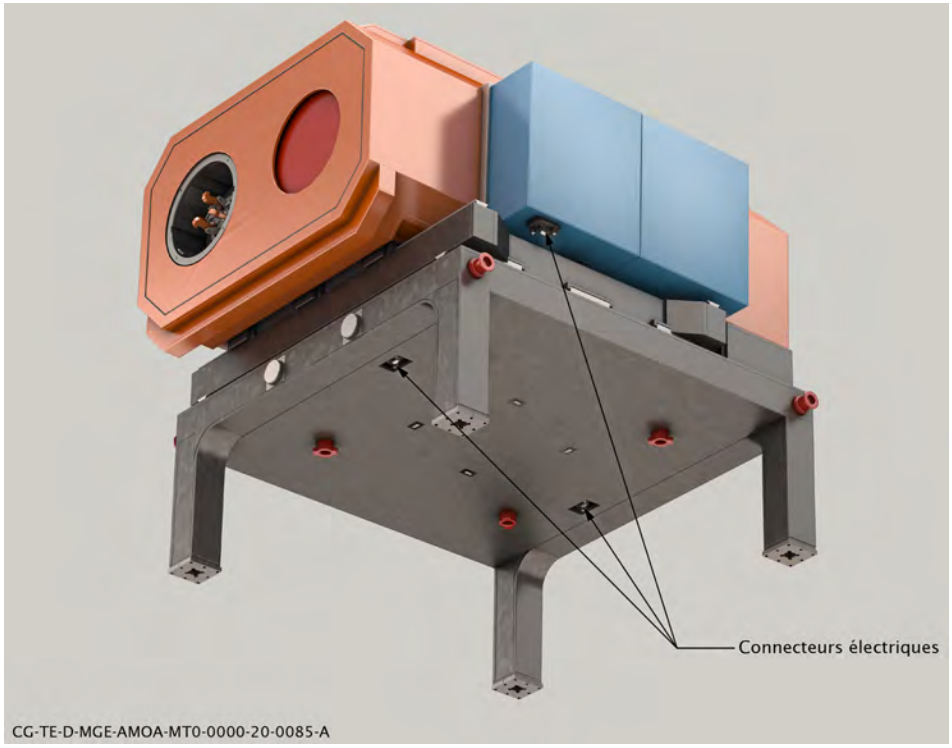


Figure 3-20 *Illustration de la localisation des connecteurs électriques de la hotte de transfert HA*

Cette alimentation électrique est opérée *via* un mécanisme de connexion automatique qui est enclenché lorsque les hottes de transfert HA sont positionnées au droit d'une façade d'accostage HA et déposées au sol. Une fois la connexion établie, un interverrouillage interdit tout mouvement de translation des navettes. Le système d'alimentation est composé :

- d'un ensemble de connecteurs électriques mobiles installés sur les navettes ;
- d'un ensemble de connecteurs électriques fixes installés en sous-face des hottes de transfert HA et des robots.

Lorsque la hotte est déconnectée de son système d'alimentation, une batterie présente sur l'automate prend le relais de son alimentation.

3.2.2.8 Le système de détection des chocs

Afin de contrôler le bon déroulement des opérations de transfert des hottes, un enregistreur de chocs assure :

- l'acquisition en continu des accélérations dans les trois directions ;
- le déclenchement d'un signal lumineux (diode) lorsque le seuil fixé est dépassé ;
- la possibilité de traiter, *a posteriori*, l'ensemble des données acquises (moment exact du choc, puissance du choc, etc.).

3.3 Le fonctionnement

3.3.1 Les hottes de transfert MA-VL

3.3.1.1 Le principe de fonctionnement

Les hottes de transfert MA-VL sont entièrement passives pour limiter leurs charges calorifiques. Par conséquent, les énergies (électrique et pneumatique) nécessaires à l'alimentation des actionneurs et des capteurs des hottes sont fournies par la façade d'accostage. L'ouverture de la porte des hottes est réalisée par l'intermédiaire de la porte de la façade d'accostage (couplage des portes).

La façade d'accostage est constituée d'un dormant fixe sur le génie civil de l'alvéole et d'une porte motorisée. Cette porte comprend les connexions pour l'alimentation en énergies de la hotte, l'outil de déverrouillage de la porte de la hotte et deux plots permettant d'entrainer la porte de la hotte en translation.

La façade d'accostage est également équipée de quatre joints d'étanchéité :

- deux joints gonflables (joint 1 et 2) entre le dormant et la porte (cf. Figure 3-21) ;
- un joint gonflable (joint 3) entre le dormant et la hotte lors de l'accostage (cf. Figure 3-22) ;
- un joint statique de propreté (joint 4) entre la porte de la façade et la porte de la hotte (cf. Figure 3-22).

Pour réaliser l'accostage d'une hotte à une façade, la hotte est déposée et verrouillée sur une table qui effectue le déplacement à très petite vitesse jusqu'au contact de la porte de la hotte avec la porte de la façade.

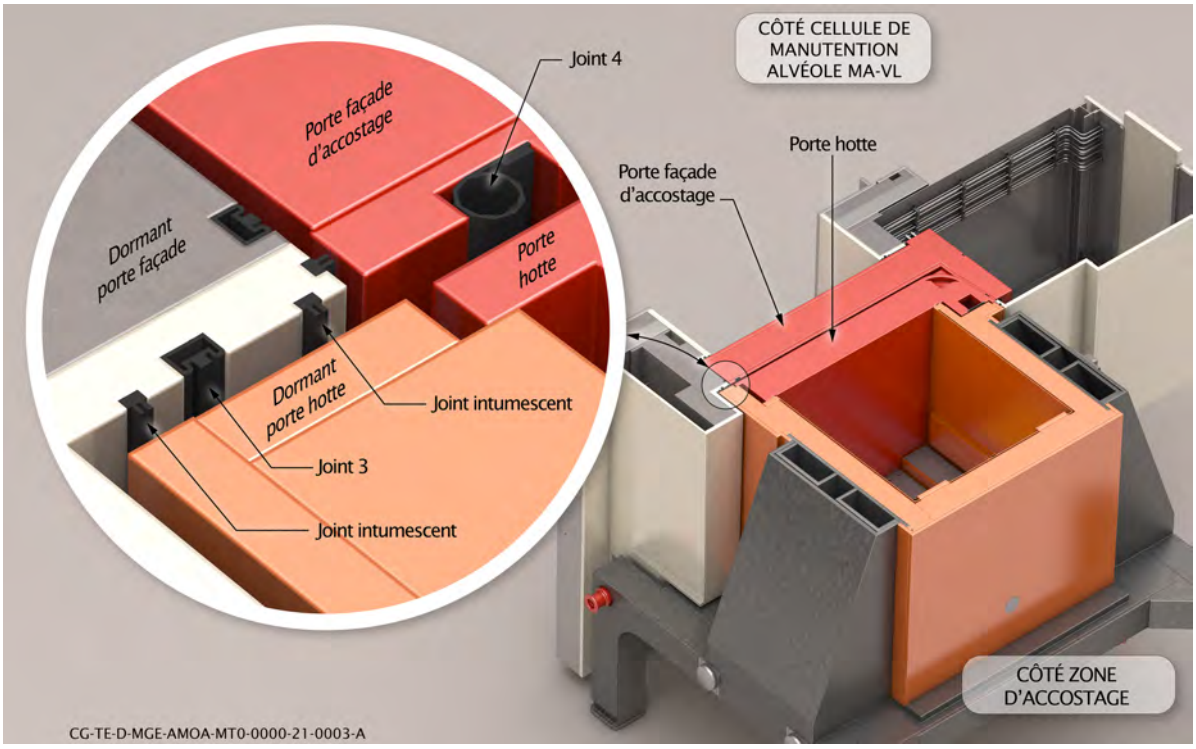


Figure 3-22 *Illustration des joints d'une façade d'accostage MA-VL – Hotte de transfert accostée*

Les opérations d'accostage/désaccostage de la hotte sont réalisées pour maintenir les barrières statiques de confinement assurées par les colis MA-VL et la hotte de transfert MA-VL lorsque celle-ci est fermée ou par la hotte accostée complétée par l'alvéole MA-VL lorsque celle-ci est ouverte. Ces barrières de confinement sont présentées au chapitre 2.1 du volume 9 du présent rapport. De plus les opérations d'accostage/désaccostage sont réalisées de manière à assurer la protection radiologique à un niveau équivalent de celui conféré par le génie civil des parois comportant les façades d'accostage. À chaque étape, des contrôles sont effectués pour valider la bonne exécution de celle-ci.

À l'ouverture :

- état initial : porte de la façade fermée, joints 1 et 2 de la porte de la façade gonflés et porte de la hotte fermée en attente d'accostage ;
- accostage de la hotte sur la façade : accouplement des portes de la hotte et de la façade *via* les plots d'accouplement et escamotage des doigts de verrouillage de la porte de la hotte ;
- mise en place du confinement en vue de l'ouverture : gonflage du joint 3 entre le dormant de la façade et la hotte ;
- préparation à l'ouverture de la porte de façade : dégonflage des joints 1 et 2 ;
- ouverture des portes de façade et de hotte : déverrouillage de la porte de la façade, rotation des cames de la porte de la hotte par les moteurs pneumatiques pour déplaquer la porte de la hotte, ouverture simultanée des portes de hotte et de façade ;
- état final : portes ouvertes (porte de façade verrouillée en position), confinement assuré par le joint 3 gonflé, joints 1 et 2 dégonflés.

À la fermeture :

- état initial : portes ouvertes, confinement assuré, joints 1 et 2 dégonflés, joint 3 gonflé ;

- déverrouillage de la porte de façade, puis fermeture simultanée des portes de hotte et de façade ;
- finalisation de la fermeture des portes : verrouillage de la porte de façade, fermeture complète de la porte de hotte (par les vérins de rattrapage de jeu), rotation des cames de la porte de la hotte pour plaquer la porte, gonflage des joints 1 et 2 de la porte de la façade ;
- dégonflage du joint 3 ;
- désaccostage de la hotte, verrouillage automatique de la porte de la hotte par retour des doigts de verrouillage en position grâce aux ressorts de rappel ;
- état final : porte de façade fermée, porte de hotte fermée et prête pour le transport.

3.3.1.2 Le chargement de la hotte

Le cycle de chargement de la hotte de transfert MA-VL dans le parc à hottes est décrit au chapitre 4 du présent volume.

3.3.1.3 Le déchargement de la hotte de transfert MA-VL

Le cycle de déchargement de la hotte de transfert MA-VL au fond est décrit au chapitre 6 de ce volume.

3.3.2 Hottes de transfert HA

3.3.2.1 Le principe de fonctionnement

La hotte de transfert HA est active, c'est-à-dire qu'elle est équipée d'éléments mobiles, de moteur et de capteurs permettant la manutention des colis et l'ouverture de la porte.

L'alimentation électrique des hottes de transfert HA est assurée par la table d'accostage en surface et les navettes HA en souterrain. Le raccordement est automatique une fois la hotte déposée devant la façade, ce qui ne nécessite aucun personnel dans la zone.

La motorisation des hottes de transfert HA assure les différents mouvements nécessaires à la mise en place ou à la prise en charge des colis HA et des bouchons de radioprotection. À chaque étape, des contrôles sont effectués pour valider la bonne exécution de celle-ci. Prise en charge ou dépose d'un colis :

- état initial : hotte en position devant l'alvéole (ou la cellule de chargement), porte fermée ;
- connexion de l'alimentation électrique par la navette HA (ou la table d'accostage en surface) ;
- déplacement frontale de la table croisée pour accostage final et escamotage des doigts de verrouillage de la porte de la hotte ;
- déplacement latéral de la table croisée pour prise en charge du bouchon d'exploitation ;
- sortie du fourreau de bouchon et du grappin, préhension du bouchon d'exploitation, rentrée du grappin et du fourreau ;
- déplacement latéral de la table croisée pour prise en charge (dépose) du colis ;
- ouverture de la porte de la hotte ;
- sortie du fourreau de colis, sortie de grappin, préhension (dépose) du colis, rentrée du grappin et du fourreau ;
- fermeture de la porte de la hotte ;
- déplacement latéral et remise en place du bouchon d'exploitation ;
- déplacement latéral en position transfert, recul de la hotte et verrouillage automatique de la porte de la hotte par retour des doigts de verrouillage en position grâce aux ressorts de rappel ;
- déconnexion de l'alimentation électrique.

3.3.2.2 Le chargement de la hotte

Le cycle de chargement de la hotte de transfert HA dans le parc à hottes en surface est décrit au chapitre 4 du présent volume.

3.3.2.3 Le déchargement de la hotte de transfert

Le cycle de déchargement de la hotte de transfert HA au fond est décrit au chapitre 7 du présent volume.

4

Les installations de la zone descenderie

4.1	Le bâtiment nucléaire de surface EP1	134
4.2	La tête de descenderie colis	403
4.3	Le terminal ferroviaire nucléaire	421
4.4	Les autres ouvrages nucléaires	427

4.1 Le bâtiment nucléaire de surface EP1

4.1.1 Les fonctions d'exploitation

Les opérations effectuées dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 vont de la réception des wagons ou camions jusqu'à la mise à disposition des hottes chargées au niveau de la tête de descenderie colis pour permettre leur transfert vers les ouvrages souterrains *via* la descenderie colis.

Les principales fonctions d'exploitation du bâtiment nucléaire de surface EP1 sont :

Stocker les colis de déchets radioactifs :

- mettre les colis de stockage (CS) en stockage :
  - ✓ opérations sur les emballages de transport :
    - accueillir les wagons ou camions ;
    - prendre en charge les emballages (plein et vide) ;
    - préparer l'emballage (plein et vide) en vue de son déchargement ou de son retour producteur ;
    - renvoyer les wagons ou camions ;
    - renvoyer les wagons ou camions non conformes ;
  - ✓ opérations sur les colis primaires :
    - décharger les colis primaires des emballages de transport ;
    - contrôler les colis primaires (CP) réceptionnés ;
    - gérer les non conformités (administratives, liées à un écart de déclaration, liées à une contamination) ;
    - mettre les colis primaires en conteneurs de stockage (CtS), ou en paniers ou sur palette suivant le mode de sockage retenu pour le colis ;
    - assurer le suivi de gestion des colis primaires) dans leurs conteneurs ou paniers respectifs pendant l'ensemble des phases de vie des colis ;
    - réaliser les éventuels contrôles par prélèvement (hors flux) sur les colis primaires et les colis de stockage ;
  - ✓ opérations sur les colis de stockage :
    - réaliser la mise en conteneur de stockage, ou en panier, ou sur palettes des colis primaires réceptionnés et contrôler leur conformité ;
    - traiter les non conformités des colis primaires ou colis de stockage ;
    - assurer la gestion informatique en base de l'ensemble des données relatives aux colis de stockage ;
    - charger les colis de stockage en hotte ;
    - décharger les colis de stockage d'une hotte vers la cellule pour les cas de retrait (ou réversibilité) ;
    - transférer les hottes jusqu'à la tête de descenderie et inversement ;
- accueillir les fournitures nécessaires à la mise en stockage :
  - ✓ opérations sur les wagons de transport de matériel :
    - réceptionner les fournitures : conteneurs, palettes, cloches, nacelles, paniers de stockage, paniers de manutention et plateaux ;
    - contrôler la conformité des fournitures ;
  - ✓ mise à disposition des supports aux opérations de préparation des colis et de leur transfert dans l'ensemble des locaux du bâtiment nucléaire EP1 :
    - mettre à disposition les plateaux vides ;

- décharger les matériels et consommables en provenance de l'extérieur ;
- assurer l'acheminement des matériels et consommables vers les process (opérations menées sur les colis) ;
- assurer l'entreposage tampon des matériels et consommables ;
- permettre la maintenance des équipements process et des moyens de soutien ;
- permettre le retour des palettes vides après mise en hotte des colis de stockage ;
- permettre le séchage et l'entreposage des échantillons de clavage dans les installations.

Gérer les déchets et les effluents induits (conventionnels et radioactifs) :

- recueillir les déchets et les effluents générés au sein de l'INB :
  - ✓ gérer et caractériser les déchets induits et leurs contenants ;
  - ✓ gérer les déchets radioactifs :
    - trier et conditionner les déchets produit dans EP1 ;
    - trier et conditionner les déchets radioactifs remontés depuis les ouvrages souterrains ;
- gérer les déchets conventionnels :
  - ✓ collecter et caractériser les déchets induits liquides et permettre leur traitement vers une filière ;
  - ✓ collecter et trier les déchets conventionnels et permettre leur traitement vers une filière.

4.1.2 La description du bâtiment nucléaire de surface

4.1.2.1 La description des niveaux de la zone conventionnelle

Une zone conventionnelle est localisée au nord-ouest du bâtiment EP1. Elle comprend quatre niveaux : deux niveaux enterrés (niveau +0 m et niveau +6 m) et deux niveaux de surface (niveau +12 m et niveau +18 m).

L'entrée du personnel d'exploitation se fait par la zone conventionnelle au niveau +12 m. En dehors des locaux de réception, de sécurité et d'accueil, ce niveau comprend également les sanitaires, la lingerie et les vestiaires.

Pour ce qui concerne le niveau inférieur, [redacted] C'est à ce niveau que se fait l'accès du personnel d'exploitation vers les zones délimitées. Le niveau +0 m comprend des locaux de courant faible industriel.

Le niveau supérieur +18 m au-dessus du niveau plain-pied comprend la partie bureaux, salles de réunions et ventilation conventionnelle.

4.1.2.2 La description des niveaux du bâtiment nucléaire

Le bâtiment nucléaire de surface (hors zone conventionnelle) est constitué de cinq niveaux principaux (Figure 4-1) :

- un niveau enterré (niveau -11 m environ / 346,90 m NGF) ;
- deux niveaux dont la pente naturelle du terrain génère un niveau de surface enterré au nord des installations et semi enterré au sud (niveau +0 m à environ +0,00 m/358 m NGF et niveau +6 m à environ +6,20 m/+364,20 m NGF) ;
- deux niveaux en surface sur l'ensemble du bâtiment (niveau +12 m environ /370,20 m NGF et niveau +18 m environ /376 m NGF).

L'entrée dans le bâtiment se fait de plain-pied au niveau +12 m par la zone conventionnelle d'accueil.

Le niveau inférieur à -11 m correspond à une excroissance sous le bâtiment permettant la circulation des emballages de transport en position verticale.

Le niveau +0 m correspond au plain-pied côté terminal ferroviaire nucléaire. Ce niveau comprend principalement les opérations de préparation, transfert et contrôles des colis de déchets. L'ouvrage de liaison entre le bâtiment EP1 et la tête de descenderie colis qui permet le cheminement des hottes est localisé au nord de l'installation et se trouve enterré.

Le niveau +6 m est un niveau intermédiaire qui permet la circulation des ponts roulants de manutention. C'est donc à ce niveau que se fait l'accès à la zone arrière des ponts roulants pour leur maintenance.

Le niveau +12 m abrite la majorité des locaux supports au process ainsi que les sur-cellules. Ces dernières sont des cellules localisées à l'aplomb des cellules process qui permettent des opérations de maintenance.

L'étage supérieur principal se situe au niveau +18 m. Il comprend la toiture et les accès aux prises d'air neuf. Ce niveau se situe entre 348 m NGF et 385 m NGF.

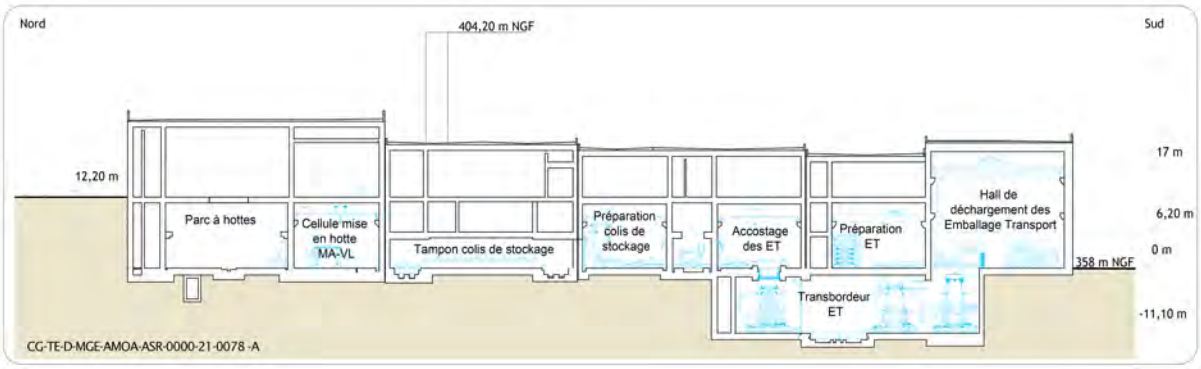


Figure 4-1 *Vue en coupe longitudinale du bâtiment nucléaire de surface EP1 dans le sens sud-nord*

4.1.2.2.1 Le niveau -11 m

Les principales zones fonctionnelles de ce niveau sont illustrées sur la figure 4-2 et identifiées dans le tableau 4-1.

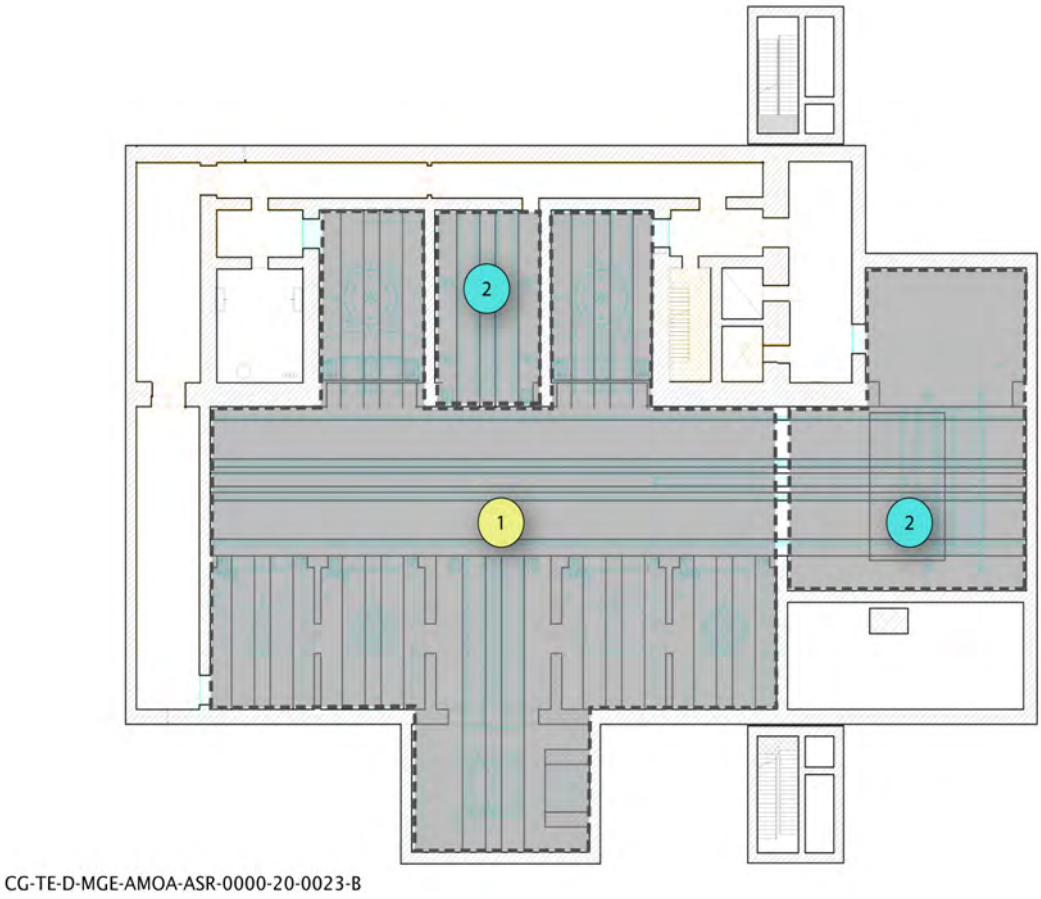


Figure 4-2 *Illustration du bâtiment nucléaire de surface EP1 – Niveau -11 m*

Tableau 4-1 *Identification de l'emplacement des locaux du bâtiment nucléaire de surface au niveau - 11 m de la figure 4-2*

N°	Identification des locaux
1	Zone de fosse pour la préparation et l'accostage des emballages de transport (ET)
2	Zone de maintenance du transbordeur de chariot ET et des chariots ET

4.1.2.2.2 Le niveau +0 m

Ce niveau abrite la majorité du process lié à la préparation et aux contrôles des colis. À l'exception du transfert des emballages, ce niveau permet l'ensemble des transferts horizontaux des colis dans l'installation avec des dispositifs de chariots sur rail pouvant être associés à des chariot transbordeurs.

Les principales zones fonctionnelles de ce niveau sont illustrées sur la figure 4-3 et identifiées dans le

tableau 4-2.

Figure 4-3 Illustration du bâtiment nucléaire de surface EP1 – Niveau +0 m

Tableau 4-2 *Identification de l'emplacement des locaux du bâtiment nucléaire de surface EP1 au niveau +0 m de la figure 4-3*

N°	Identification des locaux
1	Zone de réception des emballages de transport (ET)
2	Zone de préparation des emballages de transport (ET)
3	Zone de réception et préparation des colis de stockage
4	Zone tampon principale des colis de stockage (+1 zone tampon de contrôles hors flux localisée à l'ouest)
5	Zone de fermeture des colis de stockage MA-VL
6	Zone de fermeture des colis de stockage HA
7	Zone de réception et préparation des fournitures
8	Zone de mise en hotte de transfert MA-VL
9	Zone de mise en hotte HA
10	Zone de réouverture des colis de stockage (HA au nord et MA-VL au sud)
11	Zones de maintenance des transbordeurs
12	Zone des éventuels contrôles hors flux
13	Zone d'éventuels contrôles complémentaires hors flux
14	Zone de maintenance des hottes
15	Zone de transfert des hottes et parc à hottes
16	Zone conventionnelle : locaux informatiques et serveurs

4.1.2.2.3 Le niveau +6 m

Ce niveau est un prolongement altimétrique des locaux process pour l'implantation d'un pont roulant de maintenance des équipements. Les garages de pont des cellules sont donc localisés principalement à ce niveau.

Ce niveau est également pourvu de nombreux locaux techniques supports des fonctions de process, illustrés sur la figure 4-4et identifiées dans le tableau 4-3.

Figure 4-4 *Illustration du bâtiment nucléaire de surface EP1 – Niveau +6 m*

Tableau 4-3 *Identification de l'emplacement des locaux du bâtiment nucléaire de surface au niveau +6 m de la Figure 4-4*

4.1.2.2.4 Le niveau + 12 m

Ce niveau correspond au plain-pied au nord du bâtiment, il comprend l'entrée principale. Côté process, ce niveau abrite la majorité des locaux de ventilation, des locaux techniques, ainsi que les sur-cellules des locaux process, illustrés sur la figure 4-5 et identifiés dans le

tableau 4-4.

Figure 4-5 Ilustration du bâtiment nucléaire de surface EP1 – Niveau +12 m

Tableau 4-4 *Identification de l'emplacement des locaux du bâtiment nucléaire de surface EP1 au niveau +12 m de la figure 4-5*

Les locaux 9, 10 et 11 sont localisés en zone conventionnelle.

4.1.2.2.5 Le niveau +18 m

Ce niveau abrite des prises d'air neuf et des sorties d'air vicié et de mise en surpression des escaliers non détaillées dans la figure 4-6 mais localisées dans la zone 1), ainsi que les édicules de soufflage de la ventilation nucléaire. L'émissaire de rejet est positionné à l'ouest de l'ouvrage. La zone conventionnelle d'accueil (repère 1 de la figure 4-6) est en surplomb par rapport au reste du bâtiment.

Figure 4-6 Illustration du bâtiment nucléaire de surface EP1 - Niveau +18 m

4.1.2.3 La décomposition de l'installation en filières

Les opérations dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 sont décomposées en sept catégories d'opérations, dénommées « filières » :

- filière F1 – Déchargement des convois ;
- filière F2 – Préparation des colis de stockage (mise en conteneur ou en panier ou sur plateaux en fonction du mode de stockage des colis) ;
- filière F3 – Fermeture des colis de stockage et réouverture dans certaines situations particulières ;
- filière F4 – Mise en hotte des colis de stockage ;
- filière F5 – Contrôles des colis hors flux ;
- filière F6 – Gestion des effluents liquides et des déchets induits nucléaires et conventionnels ;
- filière F7 – « Support aux process » incluant l'infrastructure et la ventilation nucléaire.

La figure 4-7 illustre les filières associées au process nucléaire (cf. Figure 4-8 et figure 4-9) sur les colis de déchets, de F1 à F4.

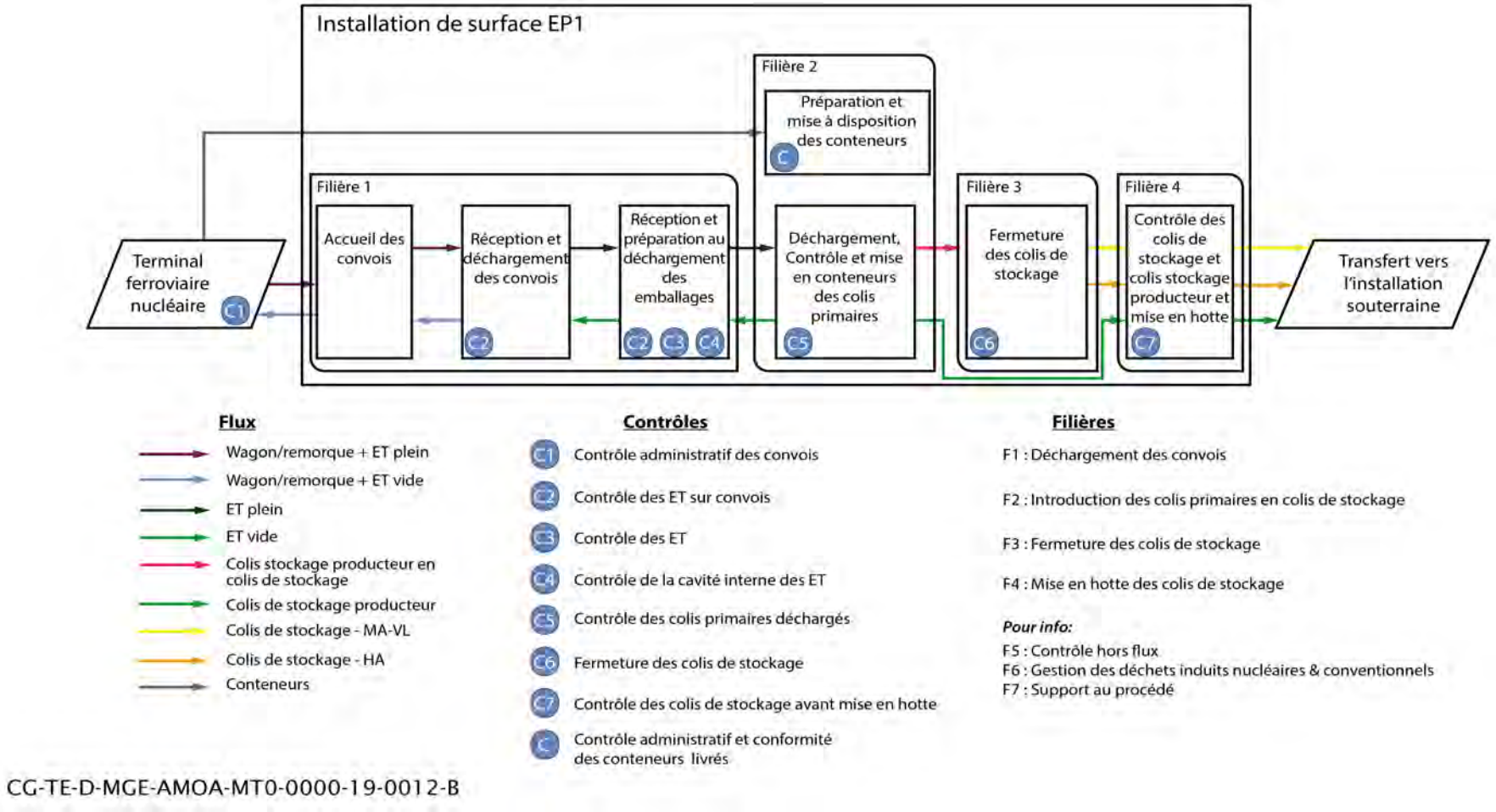


Figure 4-7 Schéma récapitulatif des fonctions principales nécessaires à la mise en stockage des colis

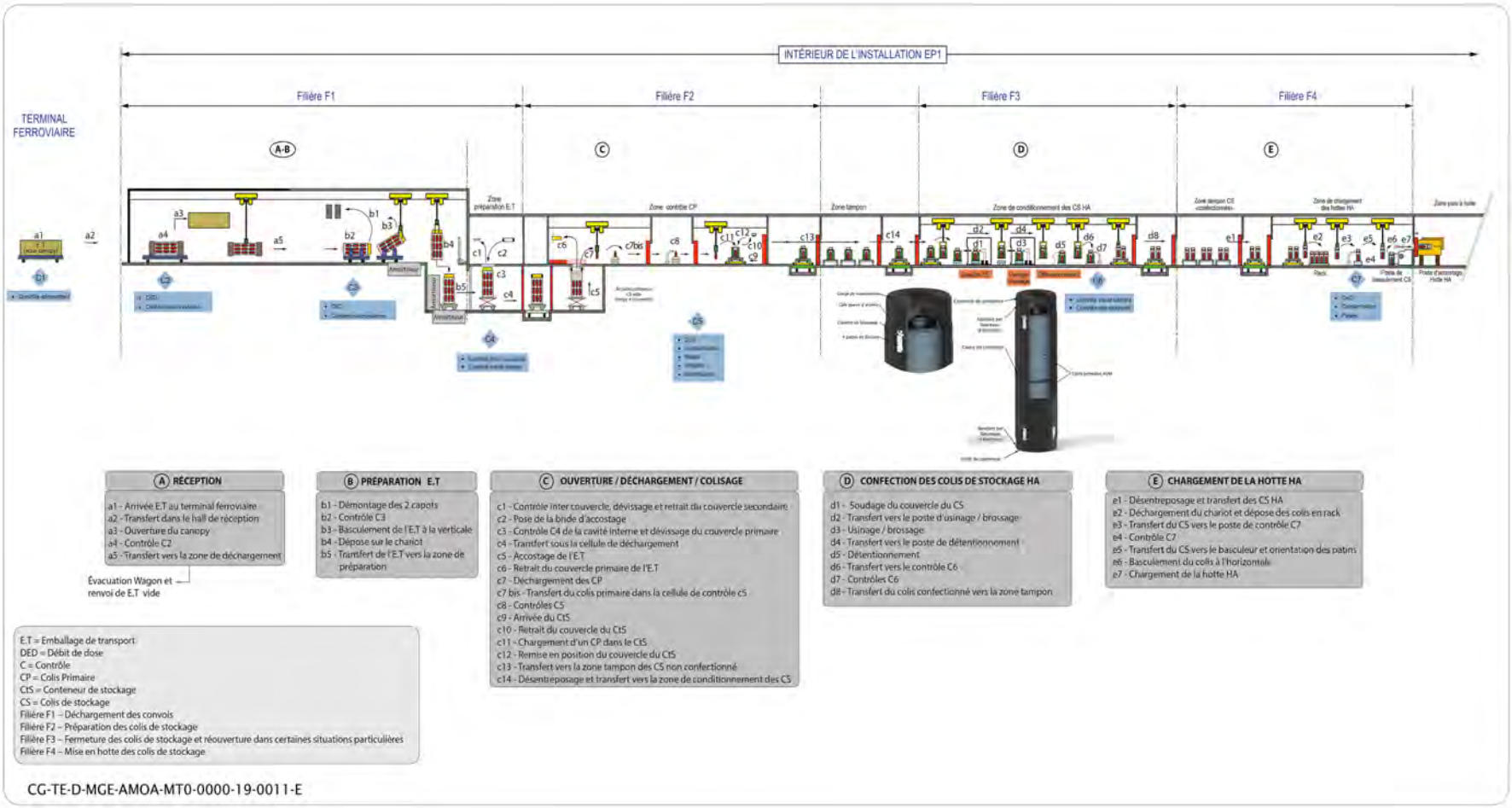


Figure 4-8 Synoptique de transfert des colis HA0 dans le bâtiment nucléaire de surface EP1

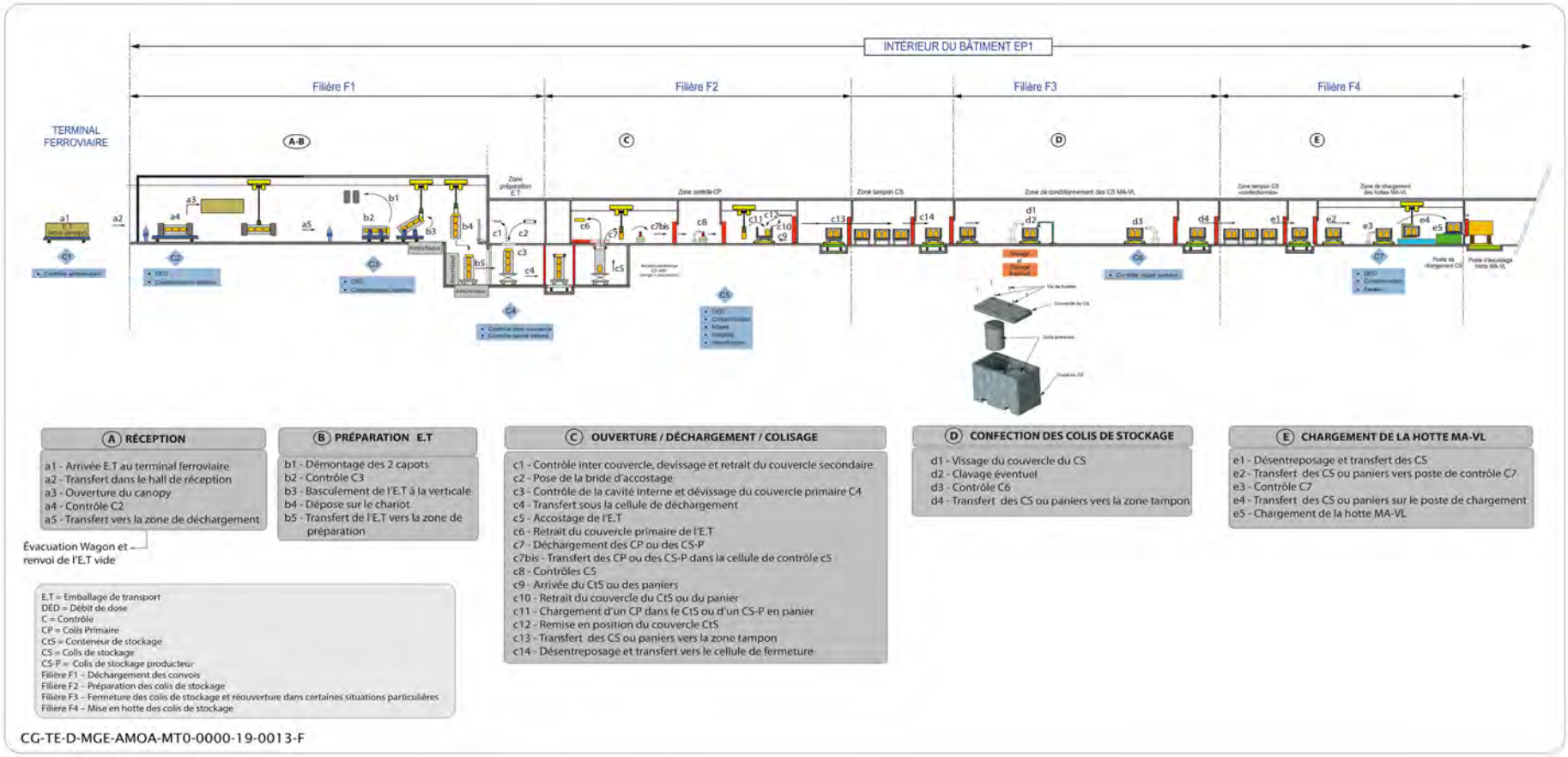


Figure 4-9 Synoptique de transfert des colis MA-VL dans le bâtiment nucléaire de surface EP1

4.1.2.4 Les conditions de fonctionnement et pilotage des opérations dans le bâtiment nucléaire de surface

Ce chapitre présente les conditions générales nécessaires au démarrage d'un cycle du process, les conditions permanentes pour poursuivre le cycle ainsi que les différents modes d'exploitation.

4.1.2.4.1 Les conditions initiales de démarrage d'un cycle

Les conditions nécessaires au démarrage de toute opération sont :

- toutes les alarmes de niveau médian, élevé ou critique ayant un impact sur le fonctionnement du process ont été soldées ;
- les ventilateurs du réseau sont en état de marche et produisent le débit requis ;
- l'absence de personnel à l'intérieur de toutes cellules et des zones arrière de pont classées C4** et au sein du parc à hotte ;
- les portes des zones arrière des cellules ainsi que les accès aux zones arrière de pont sont fermées, verrouillées et consignées.

4.1.2.4.2 Les conditions permanentes de poursuite d'un cycle

Pour poursuivre le process, les conditions suivantes doivent être respectées :

- l'ensemble des alarmes de niveau médian, élevé ou critique sont traitées par l'opérateur de la zone de conduite dont il a la charge ;
- le process est mis en pause sur détection incendie (ou défaut) dans la zone ou le secteur feu considéré ;
- en cas de détection de contamination atmosphérique dans une cellule supérieure au seuil, celle-ci est maintenue confinée (en statique et en dynamique) ;
- le process de mise en hotte de transfert MA-VL est mis en pause en cas d'ouverture d'une porte d'accès personnel au parc à hotte.

4.1.2.4.3 Les modes d'exploitation

Le Tableau 4-5 définit les différents modes d'exploitation du bâtiment nucléaire de surface prévus.

Tableau 4-5 Modes d'exploitation

Modes d'exploitation	Principe de conduite	Action	Lieu de conduite
Automatique	Les opérations du processus nucléaire s'exécutent par étapes prédéfinies de façon continue. Les transitions des étapes sont réalisées sans interruption si les conditions prédéfinies sont remplies.	Pilotage automatique L'opérateur peut marquer une pause dans la progression du processus, mais il ne peut pas contraindre les transitions.	Salle de conduite centralisée (SCC)
Semi-automatique	Les transitions des étapes sont réalisées par des validations opérateurs si les conditions prédéfinies sont remplies.	Pilotage enchaînement au pas à pas par opérateur. L'opérateur peut marquer une pause dans la progression du processus, mais il ne peut pas contraindre les transitions.	Salle de conduite centralisée (SCC) Poste de conduite local (PCL)
Manuel Asservi	L'équipement est piloté manuellement par l'opérateur (sécurités actives)	Pilotage manuel par opérateur	Salle de conduite centralisée (SCC) Poste de conduite local (PCL) ou pupitre mobile
Maintenance	L'équipement est piloté manuellement par le personnel de maintenance (sécurités peuvent être inhibées)	Pilotage manuel par personnel de maintenance	Poste de conduite local (PCL) ou pupitre mobile

Les opérations sont prioritairement effectuées en salle de conduite centralisée pour ce qui concerne les opérations de mise en stockage. Un opérateur peut également piloter l'installation en semi-automatique en local dès lors que la salle de conduite centralisée lui a donné l'autorisation, cela peut s'avérer nécessaire notamment après des phases de remise en service suite à une intervention. À la fin du cycle, l'opérateur en local rend la main à la salle de conduite centralisée pour reprise de l'exploitation courante.

Par ailleurs, l'ensemble des postes de conduite locaux (PCL) peut être suppléé par des pupitres mobiles que l'on vient raccorder localement pour créer une IHM (Interface Homme Machine) et ainsi obtenir un accès direct à un automate programmable industriel (API) pour des cas de maintenance.

4.1.3 Le transfert des convois sur l'INB et déchargement des wagons

4.1.3.1 La description du transfert des convois vers la zone exploitation de l'installation nucléaire de surface EP1

Le fonctionnement du terminal ferroviaire nucléaire qui permet de réceptionner les convois est décrit au chapitre 4.3 du présent volume.

4.1.3.1.1 La description générale

La Figure 4-10 représente la localisation du bâtiment nucléaire de surface EP1 au sein de la zone descenderie. Le demi convoi est positionné sur le terminal ferroviaire nucléaire. Deux voies permettent ensuite de transférer un demi convoi sur une des deux voies de transfert localisées face au bâtiment nucléaire de surface EP1.

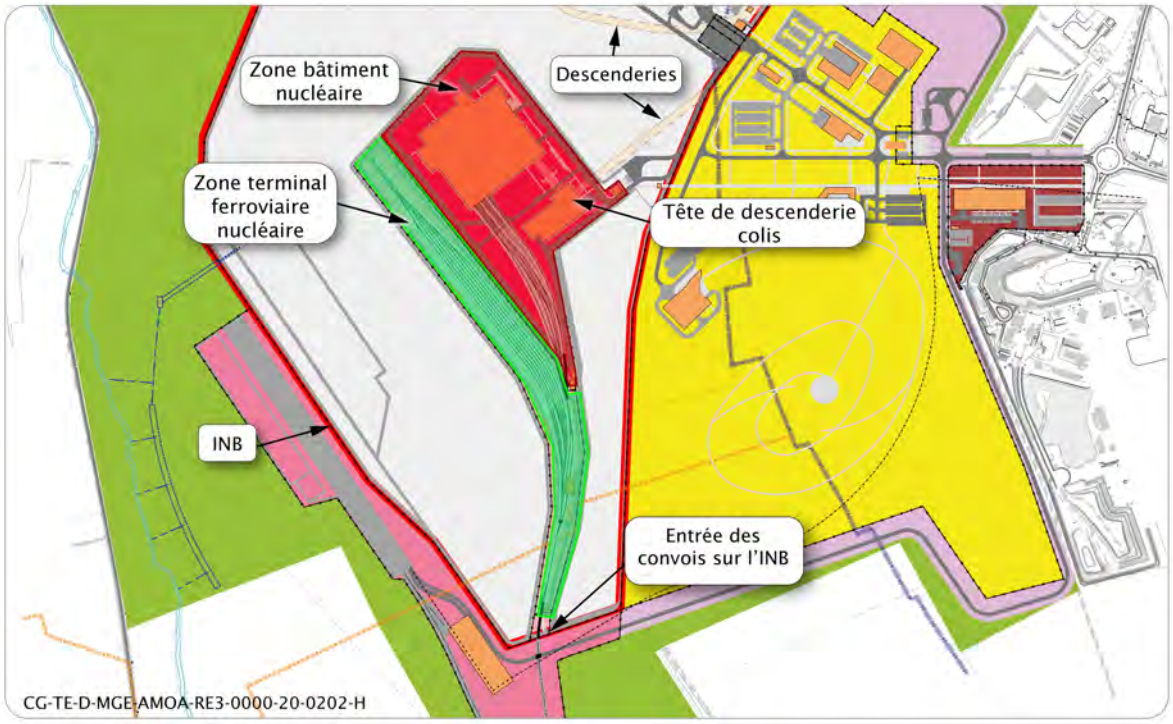


Figure 4-10 Illustration des installations de la zone descenderie

4.1.3.1.2 Les fonctionnalités de la zone de déchargement des wagons

Les fonctions principales de la zone de déchargement des wagons sont les suivantes :

- recevoir le demi-convoi depuis la zone du terminal ferroviaire nucléaire ;
- gérer les wagons chargés des emballages pleins (ou vides pour le retour) ;
- permettre l'accès au hall de déchargement des wagons de transport des colis de déchets ;
- permettre l'accès au hall de réception des conteneurs neufs, palettes, paniers, plateaux ainsi que tout autre fourniture nécessaire aux opérations du process.

4.1.3.1.3 Les caractéristiques techniques de la zone de déchargement des wagons

Les caractéristiques techniques de la zone de déchargement des wagons sont présentés dans le Tableau 4-6 et la Figure 4-11.

Tableau 4-6 Caractéristiques techniques de la zone de déchargement des wagons

Type de local	Classe de confinement (ISO 17 873)	Zonage radiologique
Zone process	NA	Zone surveillée bleue
Proximité des wagons	NA	D = distance des ET D < 6 m = Zone contrôlée jaune 10 m > D > 6 m = Zone contrôlée verte
Hall de déchargement EP1	C1	D = distance des ET D < 6 m = Zone contrôlée jaune 10 m > D > 6 m = Zone contrôlée verte

Figure 4-11 Caractéristiques du zonage de radioprotection aux abords des wagons (à droite de l'iconographie)

4.1.3.2 Le fonctionnement du transfert des wagons vers le bâtiment nucléaire de surface EP1

Le convoi d'une capacité maximale de 10 wagons est scindé [redacted] pour être transféré en zone exploitation du bâtiment nucléaire de surface EP1 par les voies de transfert. Les séquences opérées sont illustrées sur la figure 4-12.

Figure 4-12 *Schématisation du process de transfert d'un demi-convoi vers le bâtiment nucléaire de surface EP1*

La configuration des voies est réalisée par le conducteur du locotracteur avant le transfert. Le locotracteur déplace les deux demi-convoi vers l'une des deux voies de transfert de la zone exploitation EP1. Le portail d'accès du poste de garde est ouvert pour laisser passer le convoi puis refermé.

Les wagons sont ensuite désolidarisés afin d'être déplacés unitairement dans le hall du bâtiment nucléaire de surface EP1, lequel a une capacité d'accueil de deux wagons.

4.1.3.3 Les principes d'exploitation

Les principes d'exploitation principaux pour ces opérations sont les suivants :

- une opération non interruptible ne peut démarrer que si elle peut être terminée avant la fin de la période de production ;
- les mouvements des ouvrants sont gérés de façon à préserver les conditions de ventilation et les autorisations d'accès ;
- la répartition des wagons sur les voies facilite les contrôles et les éventuelles interventions.

4.1.3.4 Le déchargement des wagons dans le bâtiment nucléaire de surface EP1

4.1.3.4.1 La localisation du hall de déchargement

La Figure 4-13 ci-après représente la localisation du hall de déchargement EP1, et son positionnement. Les deux voies de transfert sont positionnées face à l'entrée principale du hall pour permettre l'accès des wagons dans le hall. Chacune des voies permet de recevoir un wagon.

Figure 4-13 *Localisation du hall de déchargement des wagons dans le bâtiment nucléaire de surface EP1*

4.1.3.4.2 Les fonctionnalités du hall de déchargement des wagons

Les fonctions réalisées dans le hall de déchargement des wagons sont les suivantes :

- réception de deux wagons ;
- contrôles de réception sur les emballages (dénommés C2 et C3, Cf. Tableau 2-1) qui consistent en des contrôles visuels, thermiques et radiologiques ;
- transfert de l'emballage de transport du wagon jusqu'au poste de dépose/repose des capots pour pratiquer la fin du contrôle C3 ;
- mise à la verticale de l'emballage de transport et dépose en fosse sur le chariot transbordeur ;
- mise en entreposage tampon à l'écart des emballages de transport détectés non-conformes aux contrôles.

4.1.3.4.3 Les caractéristiques techniques du hall de déchargement des wagons

Le Tableau 4-7 et la Figure 4-14 présentent les caractéristiques des locaux concernés, leur classement en ventilation suivant la norme NF ISO 17873 de 2006 (15) ainsi que le zonage radiologique correspondant.

Tableau 4-7 Caractéristiques techniques de la zone de déchargement des wagons

Type de local	Classe de confinement (Norme ISO 17 873)	Zonage radiologique
Zone process	C1	Zone surveillée bleue
Proximité des ET	C1	D = distance des ET D < 6 m = Zone contrôlée jaune 10 m > D > 6 m = Zone contrôlée verte

Figure 4-14 Caractéristiques techniques du hall de déchargement des wagons

Le locotracteur pousse le wagon à l'entrée du hall puis retourne sur les voies de transfert à l'extérieur de la zone d'exploitation. Les opérations sur les wagons ont lieu dans le hall de déchargement des emballages de transport (ET) au niveau +0 m.

Plusieurs zones caractérisent le hall (Figure 4-15) : La première zone de chargement/déchargement qui permet les premières opérations de contrôle, la zone de contrôle C3 qui permet de recevoir les emballages de transport (ET) déchargés et de poursuivre leur contrôle, la zone de mise en rehausse permet la réception des emballages en fosse après mise à la verticale. Enfin la zone tampon ET permet principalement de placer des emballages en attente et l'aire d'entreposage permet de stocker des éléments de soutien aux opérations sur les emballages.

Figure 4-15 *Illustration de l'agencement du hall de déchargement des emballages de transport*

4.1.3.5 Les équipements du hall de déchargement

Ce hall de déchargement permet uniquement la prise en charge des emballages dont le déchargement de leur contenu est prévu pour être réalisé verticalement (Figure 4-16).

En termes d'équipements, le hall de déchargement comprend deux ponts roulants, un de CMU 140 tonnes et l'autre de 65 tonnes, des dispositifs de contrôles radiologiques, des palonniers adaptés aux emballages de transport, des passerelles d'accès, des *racks* de rangement des capots d'emballage et des rehausses de mise à niveau d'emballage.

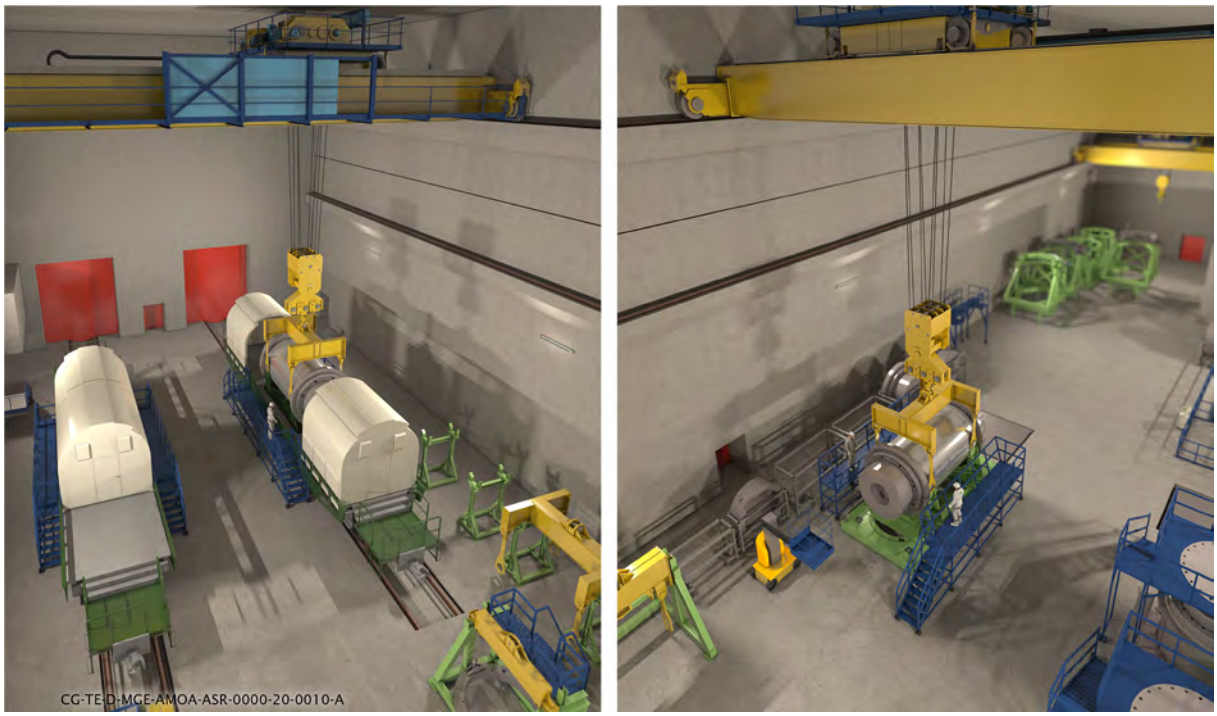


Figure 4-16 *Illustration de la zone de chargement/déchargement des convois*

4.1.3.5.1 Les ponts roulants de manutention des emballages de transport

Le hall de réception des emballages est équipé de deux ponts roulants qui entrent dans la catégorie des ponts « sécurisés » (Figure 4-17) :

- un pont de CMU 140 tonnes dédié au traitement des emballages « lourds » (à titre d'exemple les TN 28 ou TN 843 identifiés à ce jour ainsi que les emballages équivalents en cours de développement) ;
- un pont de CMU 65 tonnes dédié au traitement des emballages de la catégorie des moins de 60 tonnes (par exemple les TN 837, TN 833 et IR 500 identifiés à ce jour ainsi que les emballages équivalents en cours de développement). Ces derniers représentent 90 % des emballages réceptionnés sur l'INB.

Ces deux ponts sécurisés ont pour principales fonctions :

- le déchargement des wagons et la dépose de l'emballage sur son bâti pour retrait de son capot et contrôle C3, et inversement ;
- le basculement des emballages transportés à l'horizontale en position de déchargement verticale et inversement ;
- le transfert des emballages en fosse sur le chariot de transfert dédié muni de sa réhausse ou en zone tampon, depuis leur bâti de dépose, et inversement ;
- la dépose/repose des capots amortisseurs des emballages, et les opérations de manutention des rehausses.

Les principales caractéristiques de ces ponts sont les suivantes :

- une structure de type bipoutre articulé à bretelles avec chariot posé, ossatures caissonnées en acier noir peint ;
- des mouvements horizontaux en translation et direction assurés par galets porteurs et galets de guidage. Les galets moteurs sont entraînés par motoréducteurs ;
- une cinématique de levage à chaine fermée ;
- un levage par deux câbles indépendants. La rupture de câble n'entraîne pas de déplacement de la charge ;
- une alimentation électrique par chaîne porte câbles pour la direction et guirlande pour la translation, en tenant compte des exigences de ségrégation ;
- des bacs de rétention d'huile prévus sous les réducteurs pour recueillir la totalité de l'huile contenue dans les réducteurs.

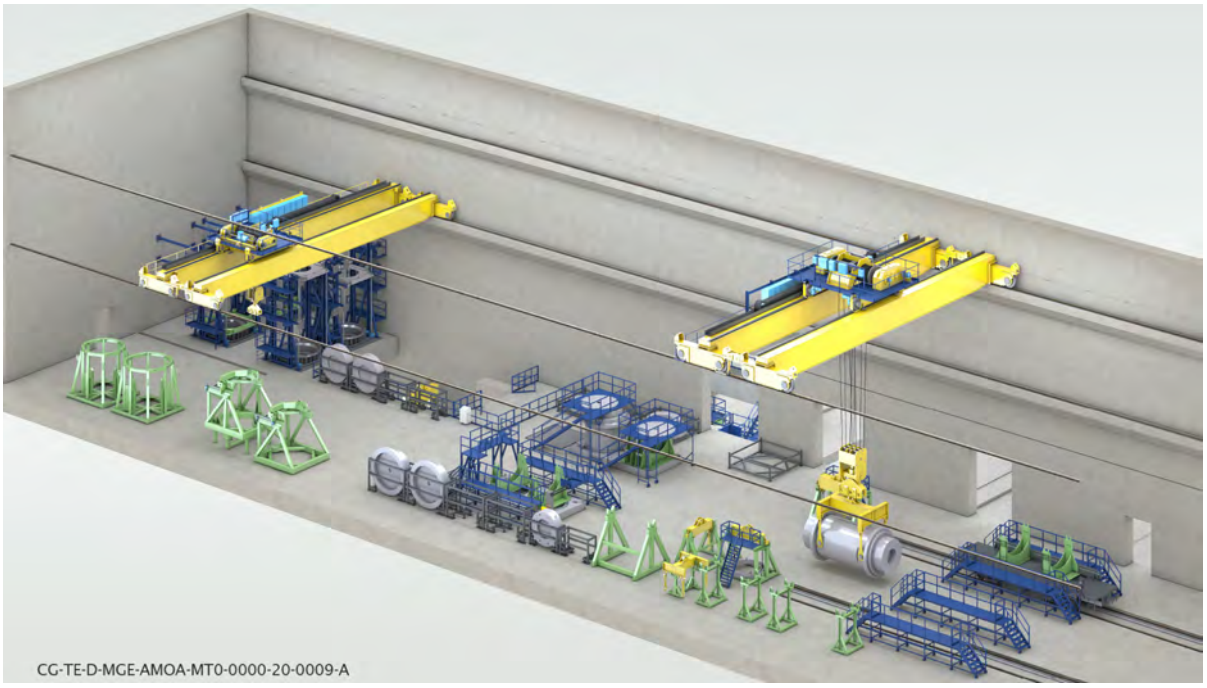


Figure 4-17 *Illustration des ponts dans le hall de déchargement des emballages de transport*

La Figure 4-18 représente le principe d'une chaine cinématique fermée qui permet la sécurisation des levages d'emballages de transport.

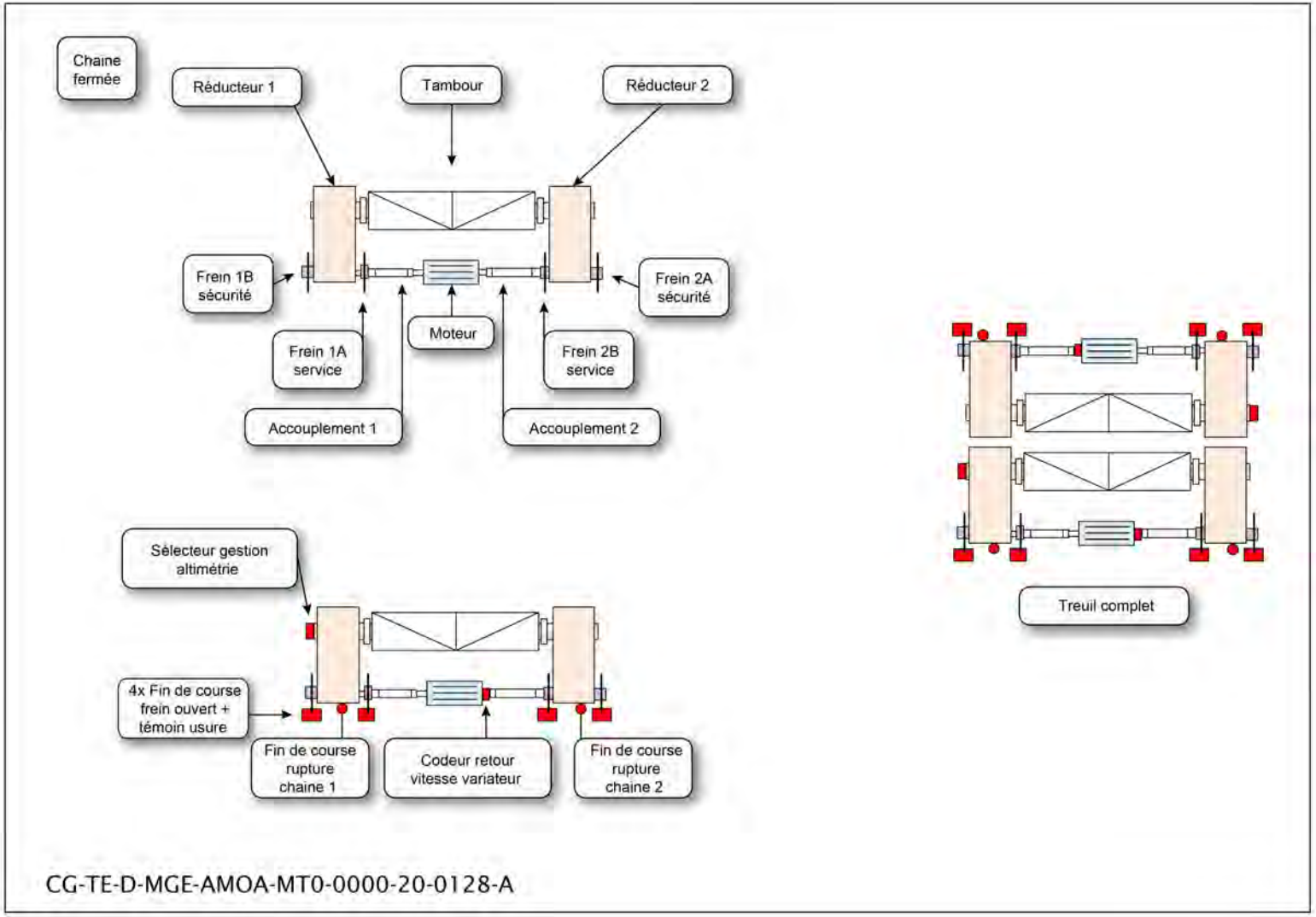


Figure 4-18 Illustration du groupe de levage - Chaine cinématique fermée

La gestion des modes dégradés des ponts

L'ensemble des composants mécaniques du groupe de levage et des motorisations permettant la translation du pont sont accessibles aux opérateurs pour effectuer des opérations de maintenance.

Dans le cas d'une panne, les déplacements en translation du pont et en direction du chariot, peuvent être assurés par un outillage électroportatif ou par des treuils de halage type tire-forts. Des opérations similaires permettent également d'affaler la charge pour sécuriser la charge suspendue.

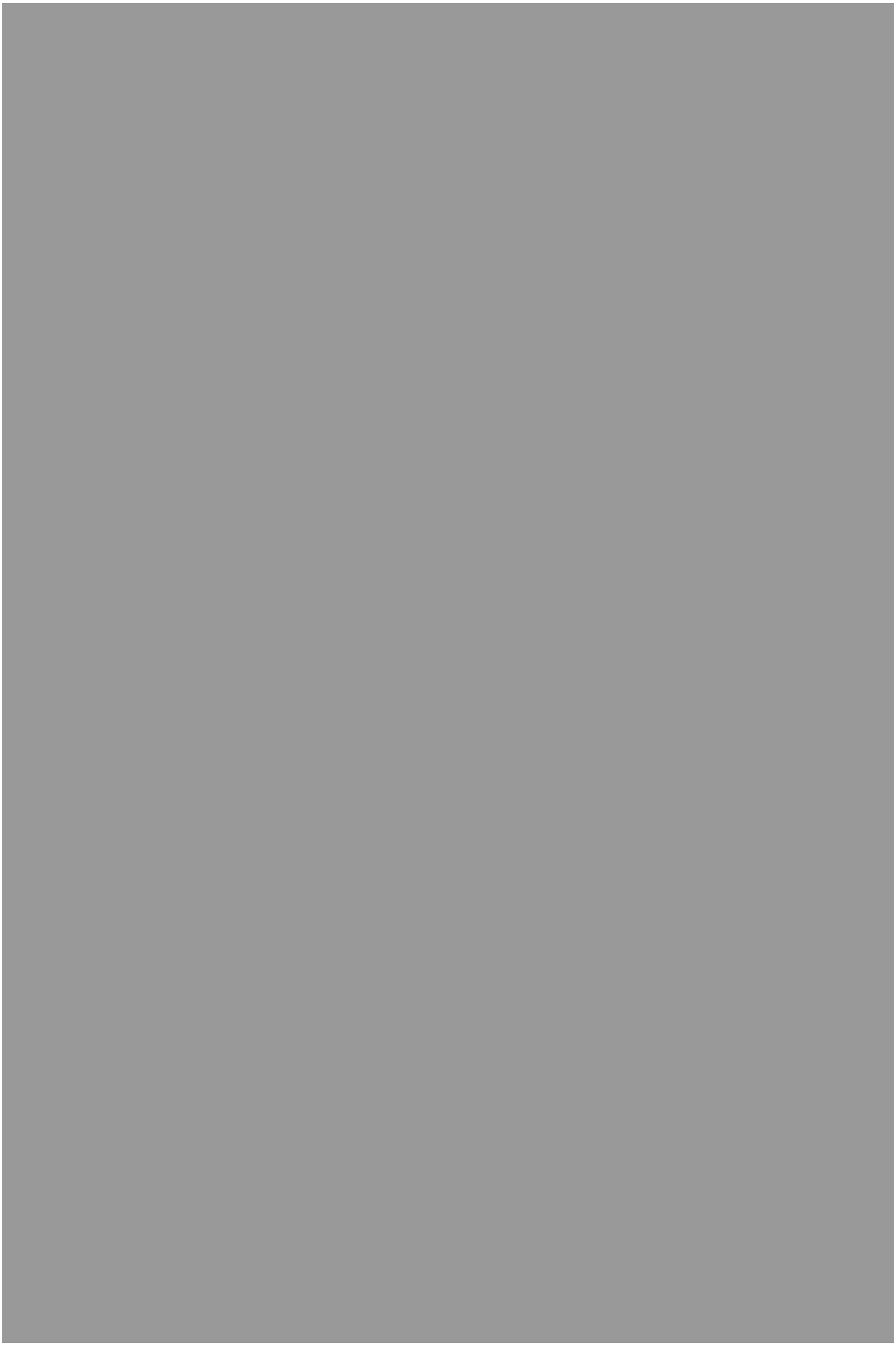
4.1.3.5.2 Les dispositifs de contrôles

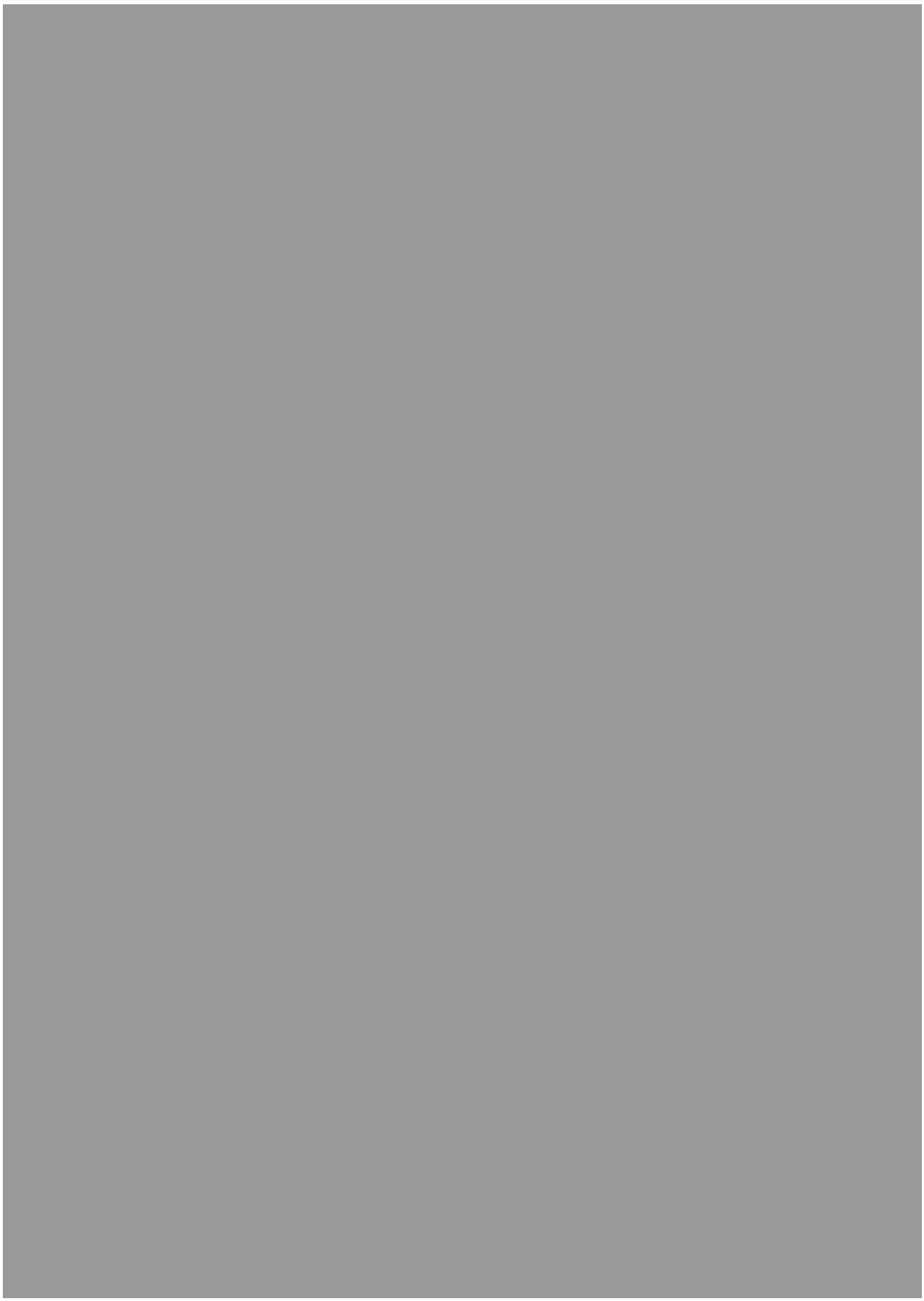
Les contrôles C2 et C3 (cf. Chapitre 2.1.4 du présent volume) permettent de vérifier que les emballages de transport reçus se caractérisent par des débits de dose externes et un état de propreté radiologique conformes aux limites réglementaires (ADR (16, 17) ou RID (18)). Ils sont réalisés systématiquement à réception pour tous les emballages.

4.1.3.5.3 Les rehausses

Les rehausses (cf. Figure 4-19 ; figure 4-20) support d'emballage de transport ont pour principales fonctions de :

- permettre l'accueil et la manutention des différents emballages de transport à déchargement vertical afin de les présenter à une hauteur commune dans les cellules de préparation et d'accostage ;
- garantir le maintien et la stabilité des emballages de transport dans toutes les phases du process en mode nominal et dégradé.





4.1.3.6 Le fonctionnement du déchargement des wagons

Le principe de fonctionnement de la filière de déchargement des wagon (F1) est illustré sur la figure 4-23.

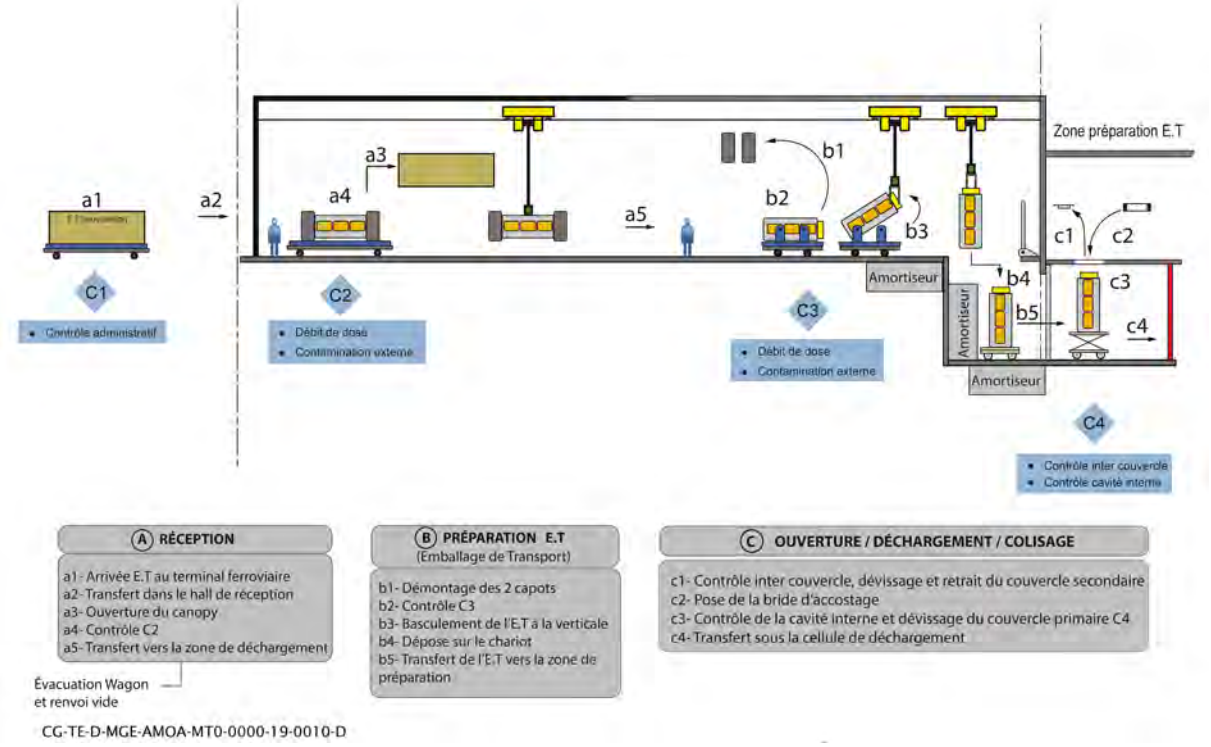


Figure 4-23 *Schéma de principe du déchargement des convois d'emballages de transport*

4.1.3.6.1 Le transfert dans le hall de déchargement (opération a2, figure 4-23)

Les cinq wagons du demi-convoi stationnés sur la voie de transfert sont transférés les uns après les autres vers le hall de déchargement. Les wagons vides sont ensuite dirigés vers la seconde voie parallèle pour reconstitution du demi-convoi (Figure 4-24).

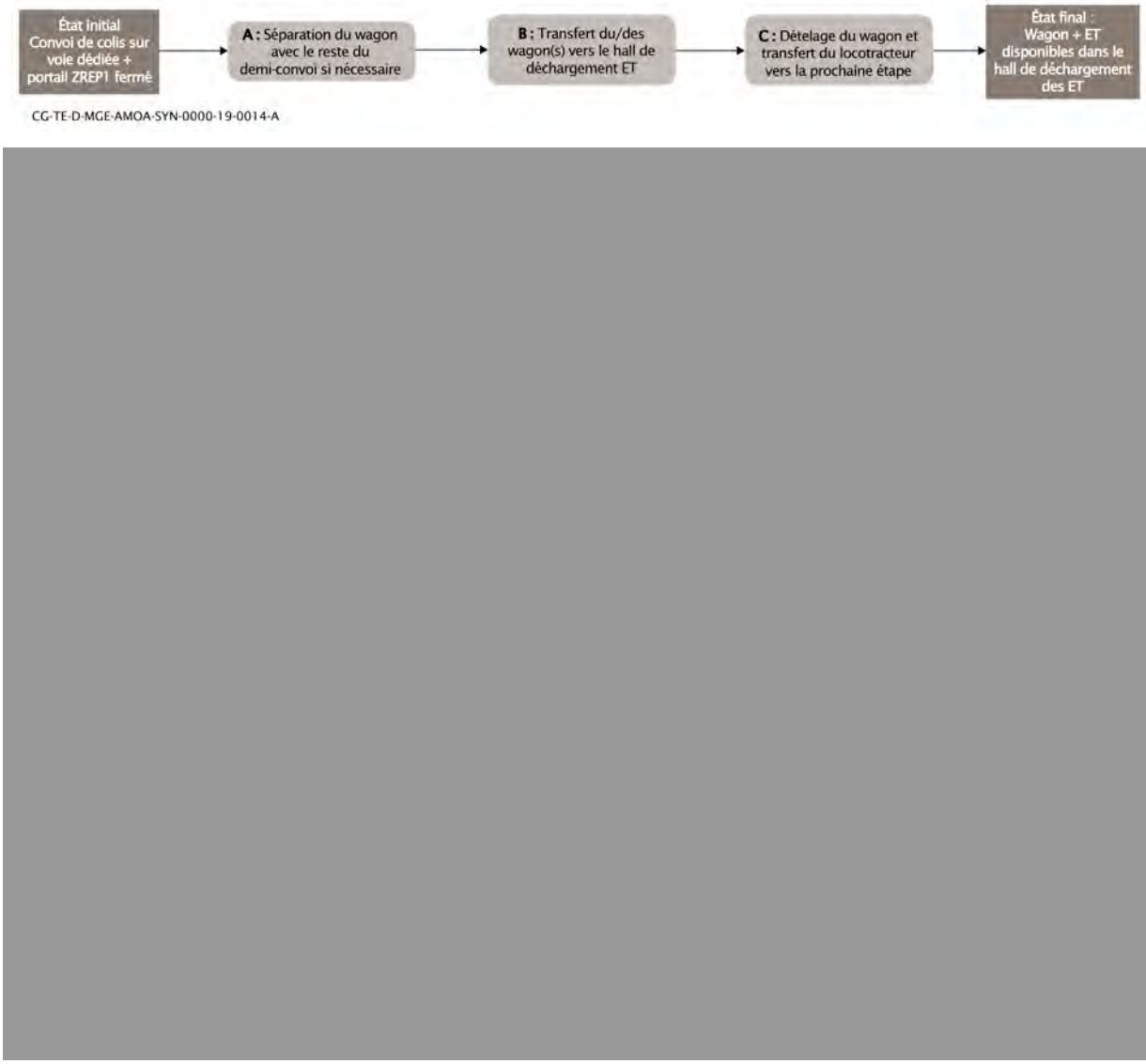


Figure 4-24 *Schématisation du process de dépose d'un wagon dans le bâtiment nucléaire de surface EP1*

Après réception des wagons dans le hall de réception des emballages de transport, les opérations de réception et de gestion des emballages peuvent débuter suivant les opérations décrites ci-après.

4.1.3.6.2 L'ouverture des Canopies (opération a3, figure 4-23)

Les opérateurs accèdent au wagon par des passerelles mobiles afin d'ouvrir les canopies (si présentes). L'emballage de transport est séché si nécessaire pour permettre la réalisation partielle du contrôle C2 (débit de dose, contamination extérieure) (Figure 4-25). En cas de non-conformité, une décontamination *in situ* est réalisée par moyens conventionnels (chiffons, solutions permettant la décontamination, etc.).

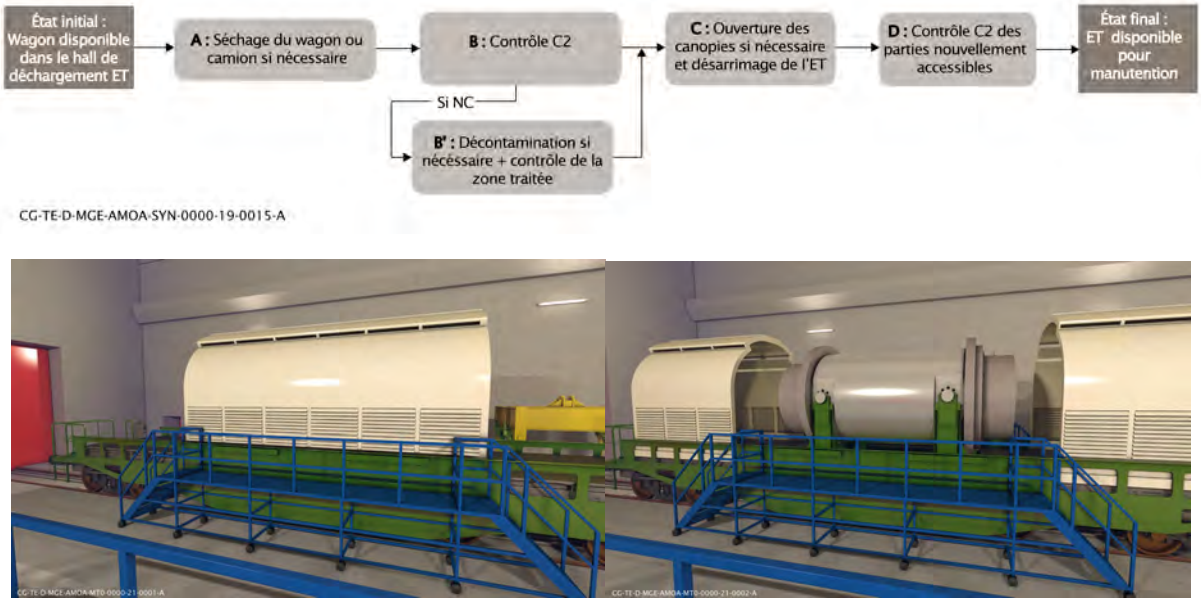


Figure 4-25 *Illustrations de la zone de contrôle C2 (G : Canopie fermée, D : Canopie ouverte)*

4.1.3.6.3 Le transfert de l'emballage vers la zone retrait des capots (opération a5, figure 4-23)

L'emballage est manutentionné avec le pont roulant jusqu'aux supports dédiés au contrôle C3 (débit de dose et contamination après démontage des capots) (Figure 4-26). Le support est préalablement configuré en fonction de l'emballage traité. Le contrôle C3 est effectué en particulier sur les surfaces dégagées après retrait des capots.

Le wagon libéré de l'emballage de transport peut être évacué du hall de déchargement vers les voies de transfert.

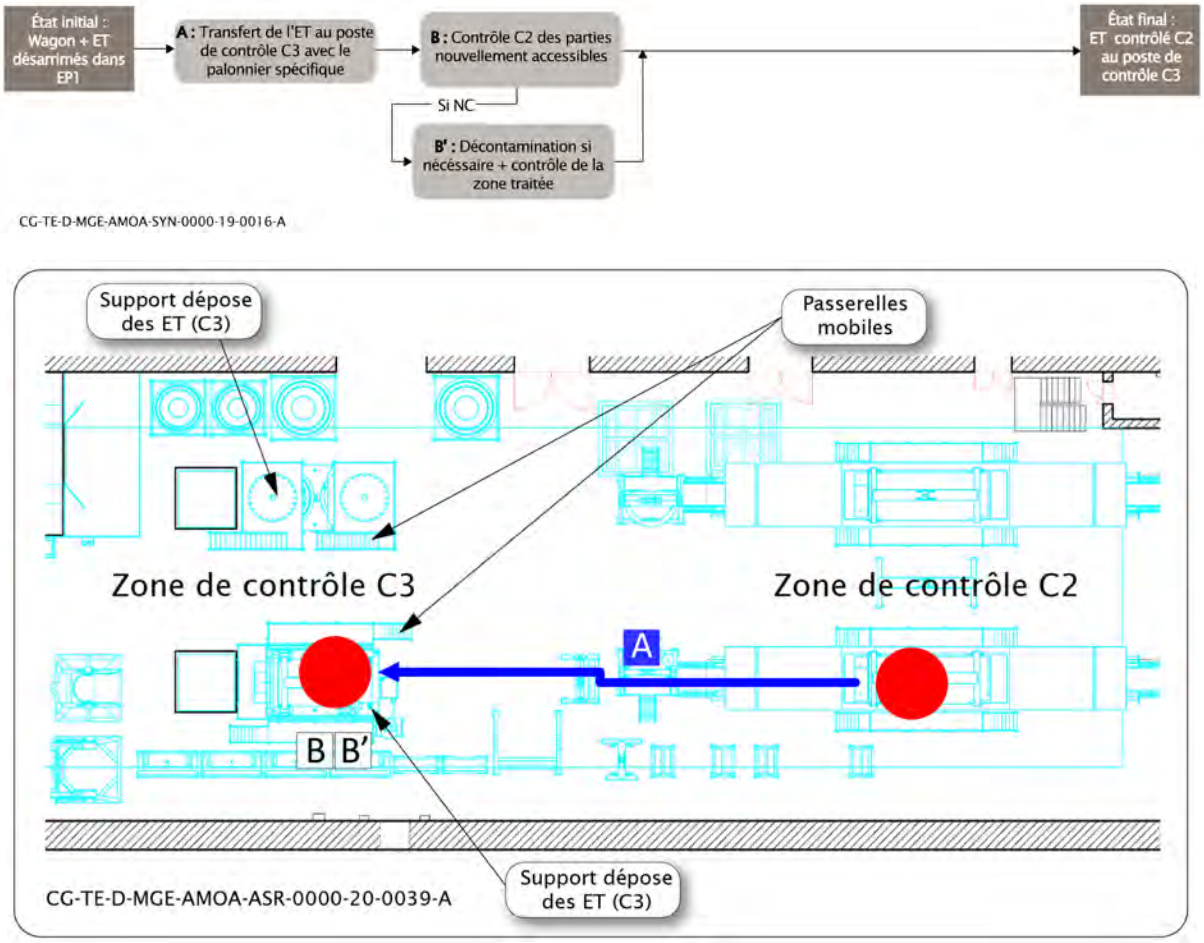


Figure 4-26 *Schéma de principe du transfert de l'emballage de transport du wagon vers le poste de retraits capots et contrôles C3*

4.1.3.6.4 Le démontage des capots de protection de l'emballage (opération b1, figure 4-23) et réalisation du contrôle C3

Le contrôle C3 est effectué à l'issue du démontage des capots amortisseurs de l'emballage (Figure 4-27). Suivant le modèle d'emballage, les capots inférieurs ne sont pas nécessairement retirés. Ces opérations sont réalisées avec un des ponts roulants présents dans le hall de déchargement. Des *racks* de dépose des capots sont disposés à proximité.

Le contrôle C3 est divisé en deux parties :

- le contrôle de débit de dose au niveau du couvercle de bouchon ;
- le contrôle de contamination des parties nouvellement accessibles (avec décontamination si nécessaire).

Dans le cas de valeurs de contamination résiduelles supérieures à celles autorisées après décontamination, l'emballage est déplacé dans la zone tampon des emballages à l'écart qui comporte quatre emplacements. Cela permet d'isoler l'emballage et de procéder à un traitement différé.

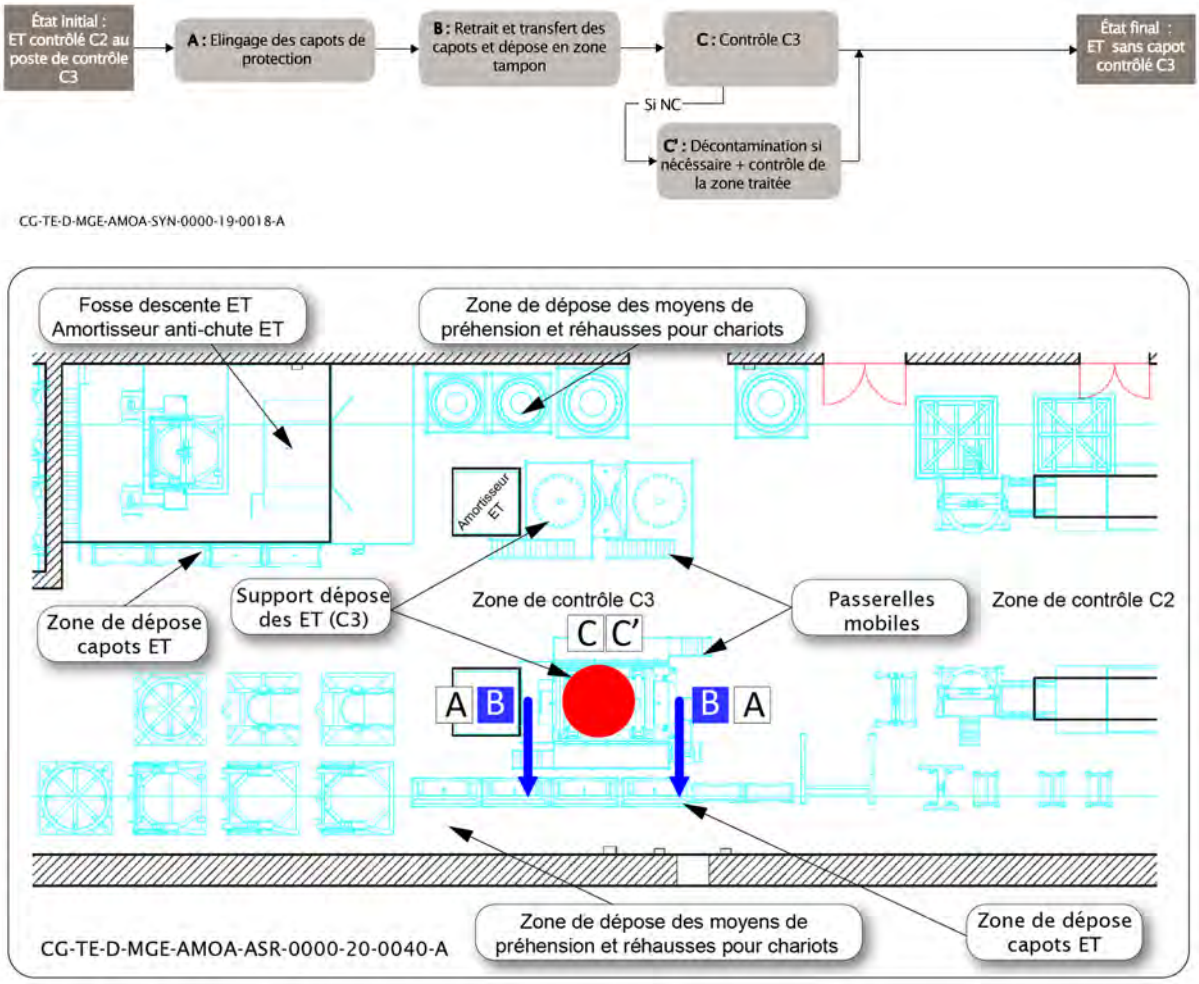


Figure 4-27 Schéma de principe du démontage des capots pour contrôle C3

4.1.3.6.5 Le transfert de l'emballage de transport (opération b3) et sa dépose sur chariot (opération b4, figure 4-23)

Avant de procéder au transfert de l'emballage sur le chariot, il est nécessaire de placer une rehausse correspondant au type d'emballage reçu. Ces rehausses spécifiques à chaque type d'emballage permettent de maintenir une altimétrie identique au niveau de l'interface d'accostage.

Les opérations liées à la manutention des emballages par les ponts roulants sont effectuées en manuel asservi en local, avec des pupitres locaux. Les étapes suivantes sont conduites en local exclusivement.

L'emballage est mis à la verticale par basculement (certains types d'emballages ne nécessitent pas cette opération). L'emballage est manutentionné au pont verticalement suivant un cheminement préétabli par les automatismes, notamment pour prévenir les risques de collisions et au plus proche du sol pour limiter les conséquences en cas de chute.

L'emballage est descendu dans la fosse de l'emballage selon un cheminement prédéfini avec une phase de descente jusqu'à un premier palier d'amortisseurs, puis une translation latérale permet de le placer dans la rehausse. L'emballage est ensuite verrouillé au niveau de la rehausse.

Ces étapes sont illustrées sur la figure 4-28 et la figure 4-29.

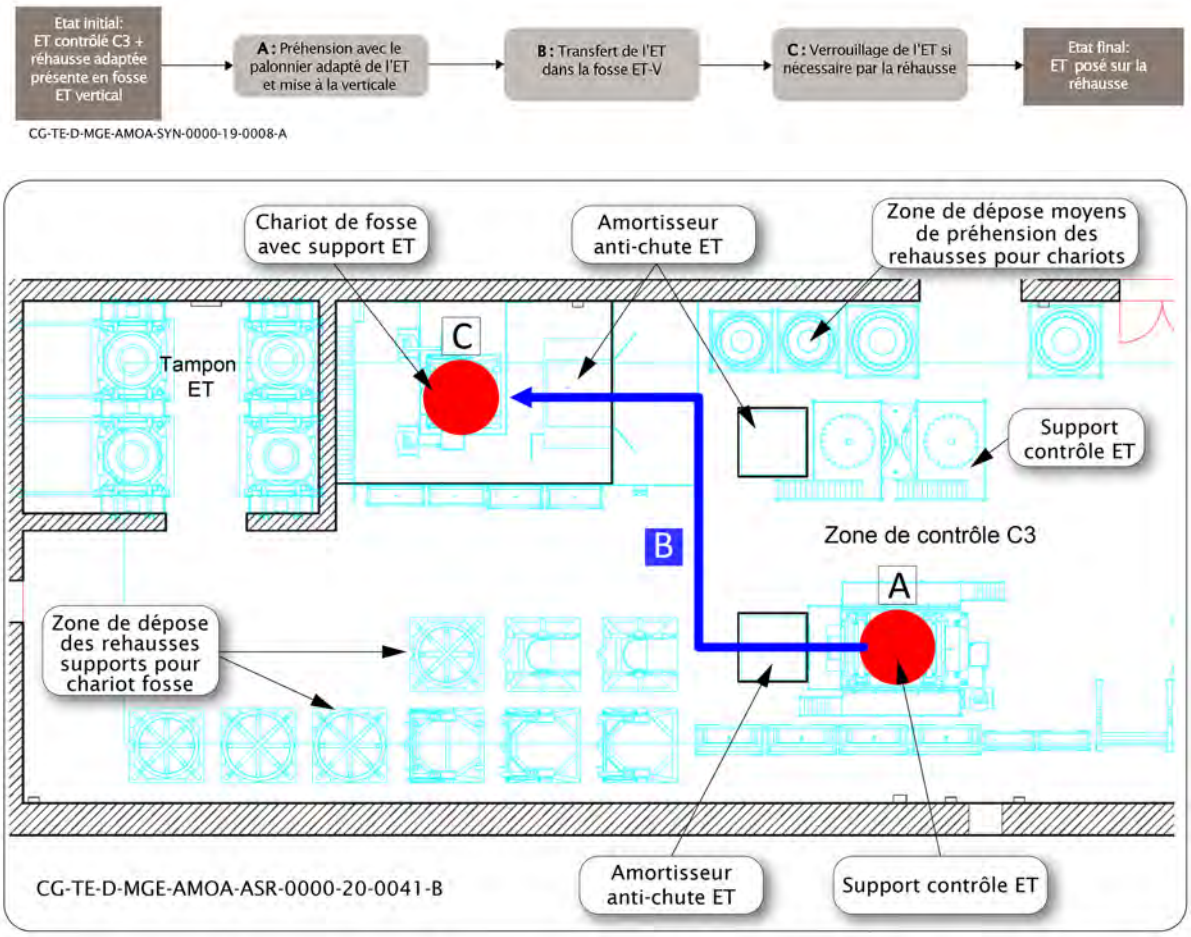


Figure 4-28 *Schéma de principe du basculement et transfert de l'Emballage de Transport (ET) dans la fosse puis dépose sur le chariot*

Figure 4-29 *Illustrations du transfert de l'Emballage de Transport (ET) dans la fosse*

4.1.3.7 Le pilotage de la zone de déchargement des emballages et principes d'exploitation

Les caractéristiques des différents modes d'exploitation ainsi que les conditions initiales et permanentes nécessaires au démarrage et à la poursuite des cycles de process sont indiquées au chapitre 4.1.2.4 du présent volume.

4.1.3.7.1 Le pilotage de la zone

Les opérations effectuées avec les ponts sont réalisées exclusivement depuis un poste de commande local en mode manuel. Les sécurités liées à l'interaction des ponts sont actives pendant les transferts.

Des séquences automatiques (ex. : basculement) sont lancées par l'opérateur présent dans le hall.

4.1.3.7.2 Les principes d'exploitation

Les principes d'exploitation pour ces opérations sont les suivants :

- les portes sont normalement fermées ;
- une opération non interruptible ne peut démarrer que si elle peut être terminée avant la fin de la période de production ;
- l'emballage de transport doit rester sur le cheminement prévu à cet effet ;
- les opérations avec un emballage plein sont prioritaires par rapport à une opération avec un emballage vide ;
- le process est mis en pause sur détection incendie (ou défaut) dans la zone de feu considéré ;
- un emballage ne doit pas être survolé par une autre charge ;
- il est interdit au locotracteur de pénétrer dans le hall de déchargement.

4.1.3.8 La préparation des emballages de transport avant leur déchargement

4.1.3.8.1 La description du secteur concerné

La zone de préparation des emballages est contiguë au hall de déchargement avec lequel elle est reliée par une fosse permettant le transfert des emballages depuis le niveau +0 m jusqu'au niveau -11 m. (Figure 4-30).

Figure 4-30 *Localisation de la zone de préparation des emballages de transport (ET)*

4.1.3.8.2 Les fonctionnalités de la zone de préparation des emballages

Les fonctions principales de la zone de préparation des emballages sont les suivantes :

- contrôle de la cavité interne de l'emballage (C4) ;
- configuration des emballages pour l'accostage ;
- accostage des emballages à la cellule de déchargement des colis primaires.

4.1.3.8.3 Les caractéristiques techniques de la zone

Le tableau 4-8 et la figure 4-31présentent les caractéristiques des locaux concernés, leur classement en ventilation suivant la norme NF ISO 17873 de 2006 (15) ainsi que le zonage radiologique correspondant.

Tableau 4-8 *Caractéristiques techniques de la zone de préparation des emballages de transport (ET)*

Type de local	Classe de confinement	Zonage radiologique
Zone de transfert et de configuration des ET	C1	Zone contrôlée jaune
Cellule d'accostage des ET	C2	Zone contrôlée jaune

Les locaux de préparation des emballages sont localisés sur deux niveaux : niveau -11 m où circulent les chariots et transbordeurs manutentionant les emballages et niveau +0 m où les opérateurs réalisent les opérations de contrôle de la cavité interne (contrôle C4) et de préparation des emballages.

Figure 4-31 Illustration des caractéristiques des niveaux -11 m et +0 m pour la configuration des emballages de transport (ET)

4.1.3.9 Les équipements de la zone de préparation des emballages de transport

La fonction de préparation au déchargement des emballages de transport (ET) comprend :

- un système de manutention des emballages par transbordeur et chariot pour réaliser le transfert entre les postes de préparation et les postes d'accostages. Il comprend :
  - ✓ un transbordeur de chariot ET;
  - ✓ quatre chariots de transfert ET;
  - ✓ six ensembles de butées anti chute des chariots ;
- la préparation des emballages est réalisée dans le hall dédié. Elle consiste à réaliser les opérations de contrôle de la cavité interne à l'emballage ainsi que la mise en place des brides d'accostage sur l'emballage. Le hall de préparation des emballages comprend :
  - ✓ quatre postes de préparation de la partie supérieure de l'emballage en vue de l'accostage à la cellule de déchargement ;
  - ✓ un pont de capacité (CMU) 20 tonnes ;
  - ✓ des brides d'accostage ;
  - ✓ un *rack* à tiroir pour l'entreposage des brides d'accostage ;
  - ✓ quatre postes de préparation comprenant des plateformes fixes et mobiles ;
  - ✓ quatre *racks* de contrôle C4 ;
  - ✓ un outillage de vissage pneumatique ;
- deux postes d'accostage (un dans chaque local), sous lequel l'emballage vient se positionner pour s'accoster au local supérieur (cellule). Chaque poste d'accostage est situé dans un local qui comprend :
  - ✓ une porte coulissante de sectorisation ;
  - ✓ un mécanisme d'accostage comprenant un système de compensation altimétrique.

L'ensemble de ces dispositifs sont décrits ci-après.

4.1.3.9.1 Le système de manutention des emballages de transport

Le transbordeur et son chariot sont des équipements de manutention sur rails qui permettent de distribuer les emballages de transport aux différents postes qu'ils desservent : un poste de dépose/reprise des emballages depuis le hall de déchargement des emballages, quatre postes de préparation des emballages (avant ou après accostage) et deux postes d'accostage pour le déchargement des colis primaires (Figure 4-32).

a) Le transbordeur de chariot ET

Le transbordeur de chariot ET (Figure 4-33) a pour principales fonctions de :

- transférer latéralement le chariot ET muni d'une rehausse (chargé d'un emballage plein ou vide) ;
- positionner le chariot ET muni d'une rehausse (chargé d'un emballage plein ou vide).

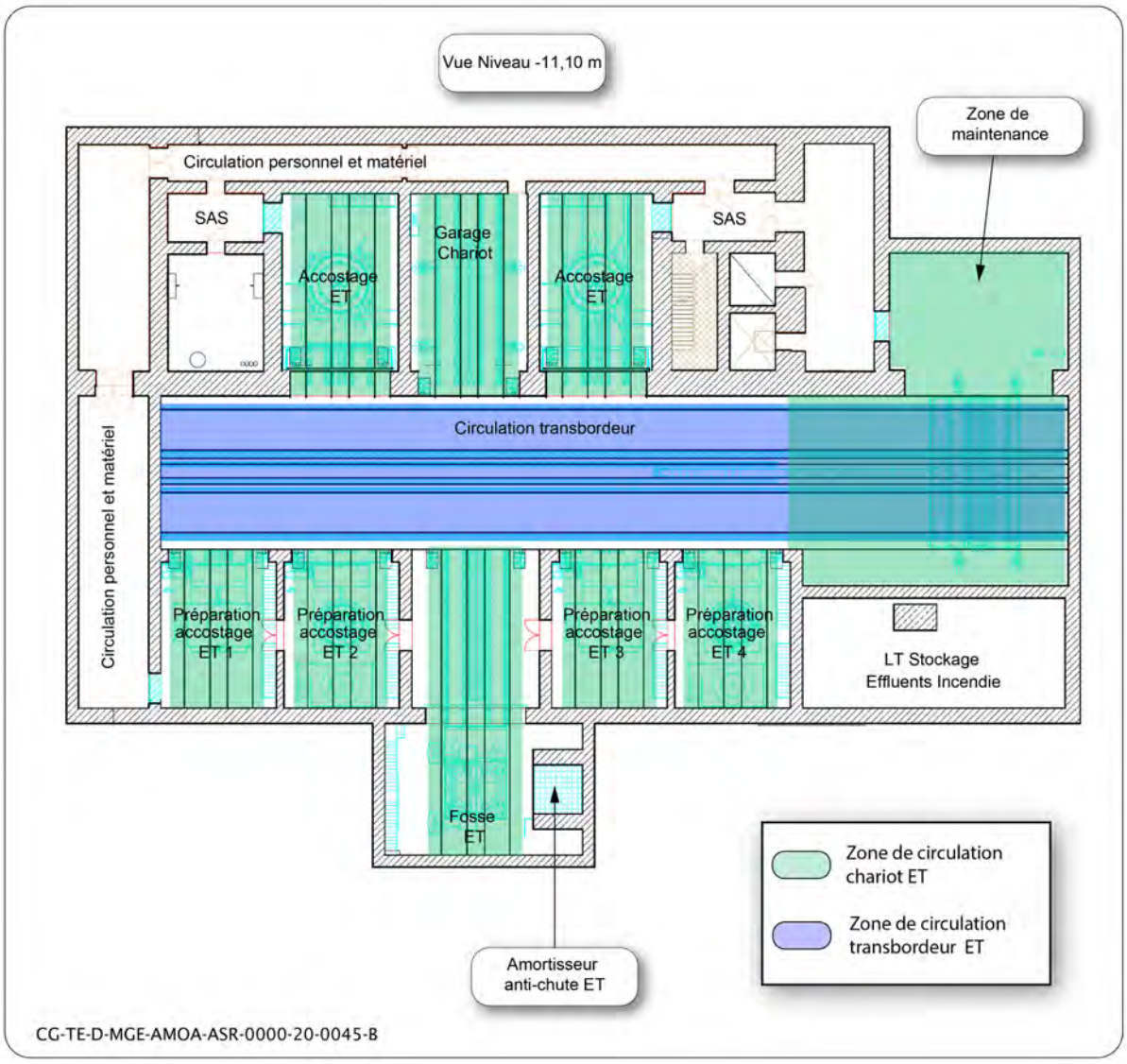
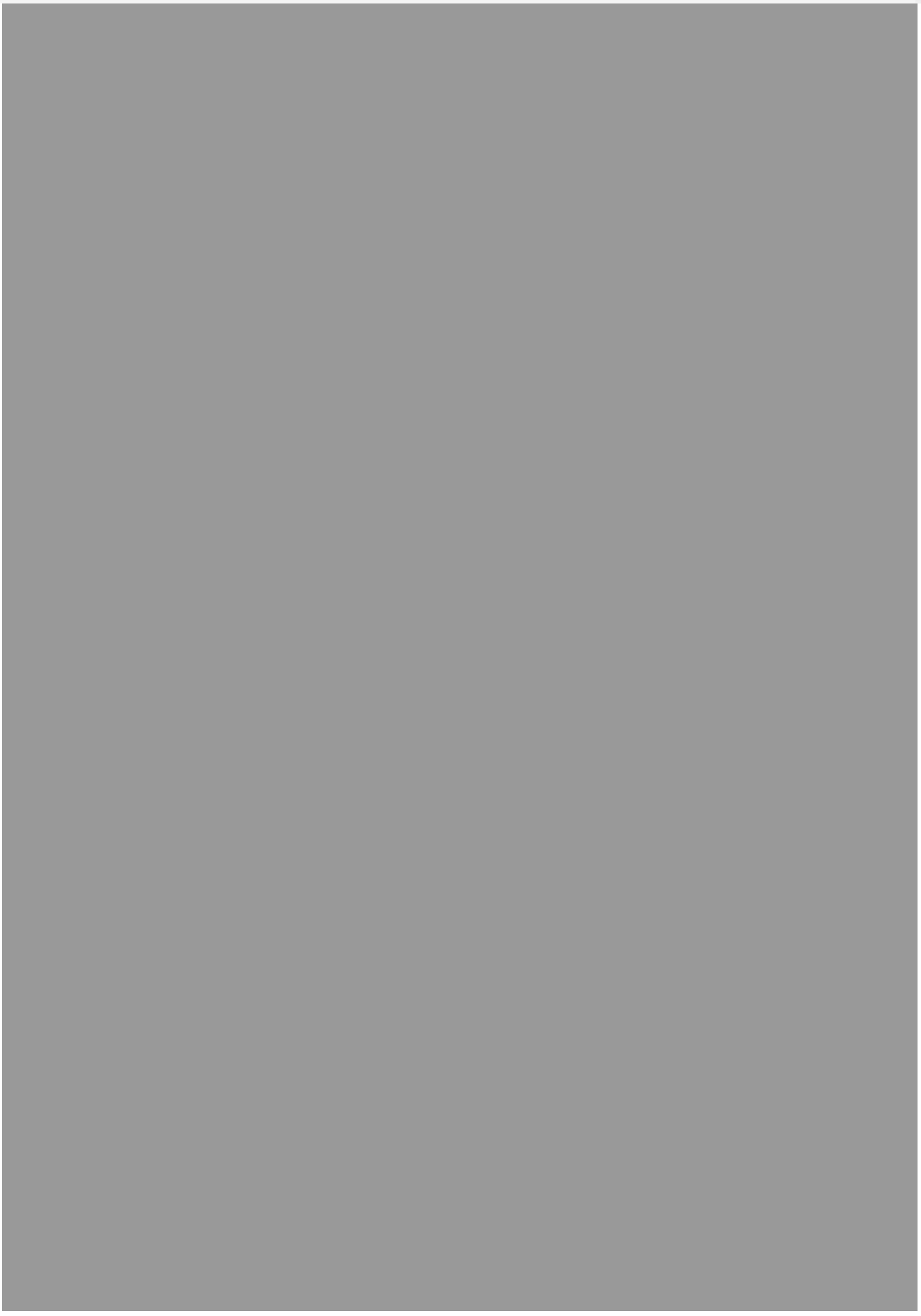


Figure 4-32 *Illustration des zones d'évolution du transbordeur d'Emballage de Transport (ET) et du chariot de transfert d'ET*



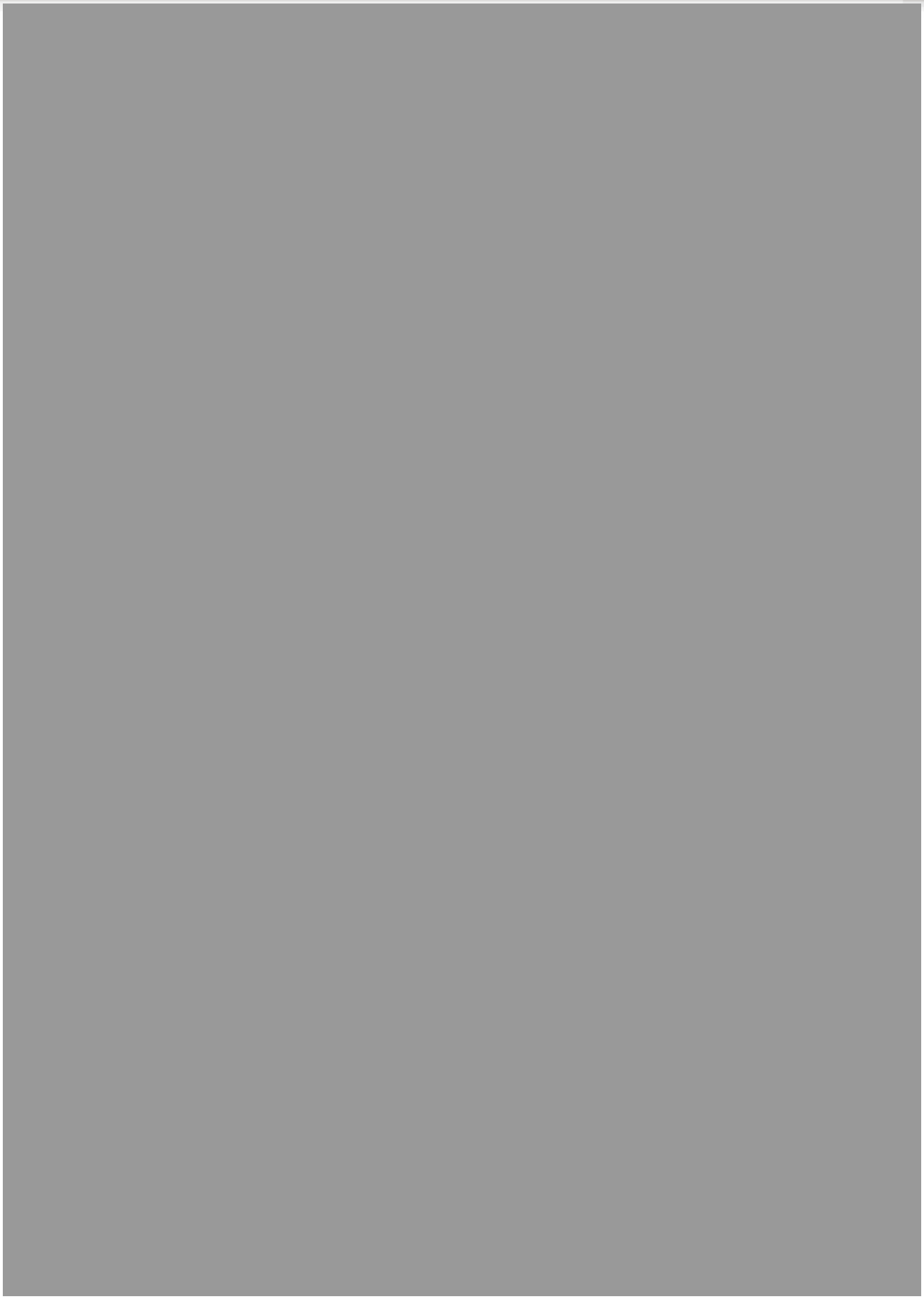
b) Le chariot de transfert des emballages de transport

Le chariot de transfert d'ET -Figure 4-35 et Figure 4-36) est un équipement de manutention sur rails qui permet de déplacer les emballages de transport suivant un axe longitudinal. Le chariot est posé sur le transbordeur, lequel assure le déplacement dans le sens longitudinal.

Le chariot de transbordeur d'ET a pour principales fonctions de :

- transférer longitudinalement les différents emballages (chargés ou vides) dans leur rehausse ;
- positionner les différents emballages (chargés ou vides) au droit des cellules de préparation ou d'accostage ;
- lever les différents emballages dans leur rehausse à une hauteur compatible avec le dispositif d'accostage sur les cellules dédiées.

Figure 4-35 *Illustration des composants du chariot de transbordeur d'Emballages de Transport (ET)- vue de dessus*



4.1.3.9.2 Les postes de préparation des emballages de transport

Les quatre postes de préparation des emballages sont localisés au sud du hall de préparation des emballages (Figure 4-38). Ils sont accessibles par des plateformes d'accès. Un dispositif de contrôle de l'interne des emballages est positionné sur chaque poste de préparation. Un pont roulant couvre ce hall pour réaliser la manutention des brides. Un outillage de vissage pneumatique permet de visser les brides sur les faces supérieures des emballages.

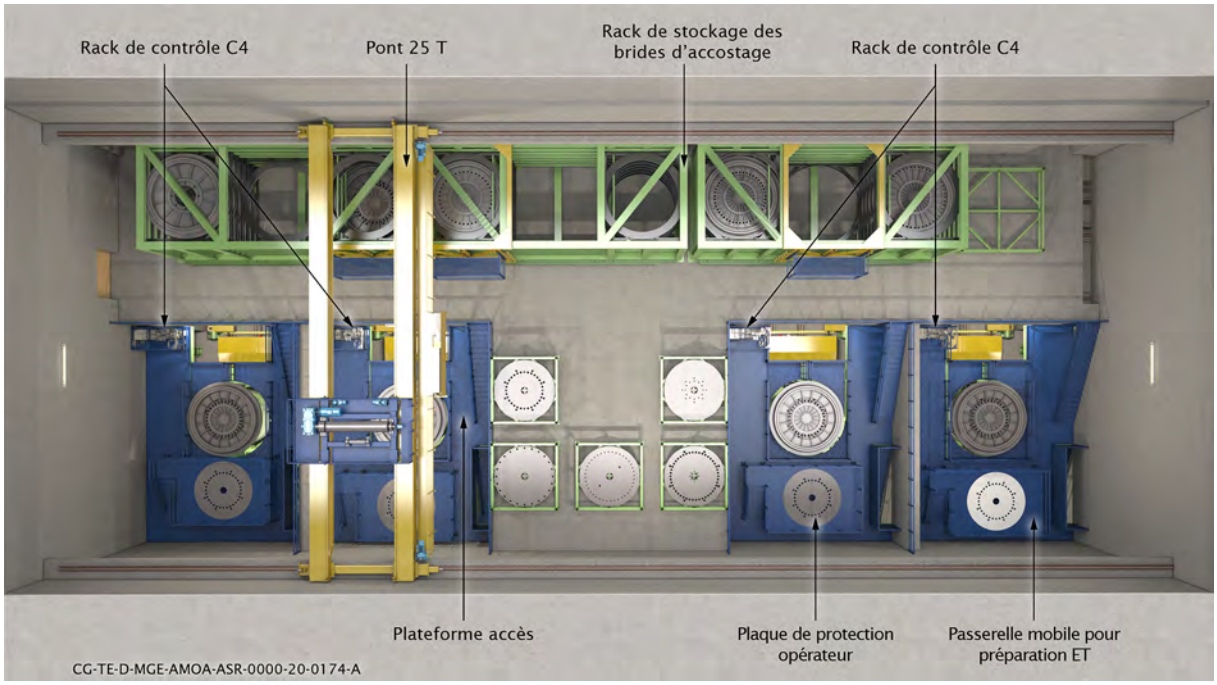


Figure 4-38 Illustration du hall de préparation d'accostage et de ses équipements

a) Le pont roulant du local de préparation des emballages de transport

Le pont couvre le hall de préparation des emballages. C'est un pont de catégorie « standard » dont les caractéristiques générales sont décrites ci-après.

Il se compose de deux sommiers et de deux poutres de roulement dont l'une porte les armoires électriques et une passerelle d'accès. Le déplacement est assuré par quatre galets libres et quatre motorisés côté passerelle.

Le chariot est mû par deux galets motorisés et deux libres.

Le levage comprend une chaîne cinématique simple comprenant un tambour, un réducteur, un moteur frein intégré, un ensemble de poulies de renvoi, un palonnier d'équilibrage, et un crochet de manutention. Le mouflage est de type 4/2.

Ses caractéristiques principales de ce pont sont les suivantes :

- capacité : 20 tonnes ;
- dimensions : portée d'environ 16 mètres et voie de 40 mètres ;
- séisme : non missilité par butées anti-soulèvement.

La fonction de ce pont est de permettre la réalisation des opérations de préparation des emballages avant déchargement (pose des pièces d'interface accostage, manutention outillages divers pour le contrôle de la cavité interne (C4) et équipement bouchon d'emballage).

b) Le râtelier de stockage des brides d'accostage pour emballages de transport

Le râtelier de stockage des brides d'interface (Figure 4-39) est constitué de trois *racks* similaires contenant chacun deux alvéoles de stockage de différents modèles de brides et un alvéole de reprise au centre des deux précédentes.

Le principe de *rack* proposé est composé des éléments suivants :

- d'un châssis fixe en profilés en acier ;
- d'une partie mobile assurant le transfert des tiroirs entre les alvéoles de stockage et l'alvéole de reprise ;
- de tiroirs amovibles contenants les différentes brides ;
- de systèmes de verrouillage automatique des tiroirs ;
- d'une passerelle d'accès permettant les opérations de mise en œuvre et de maintenance.

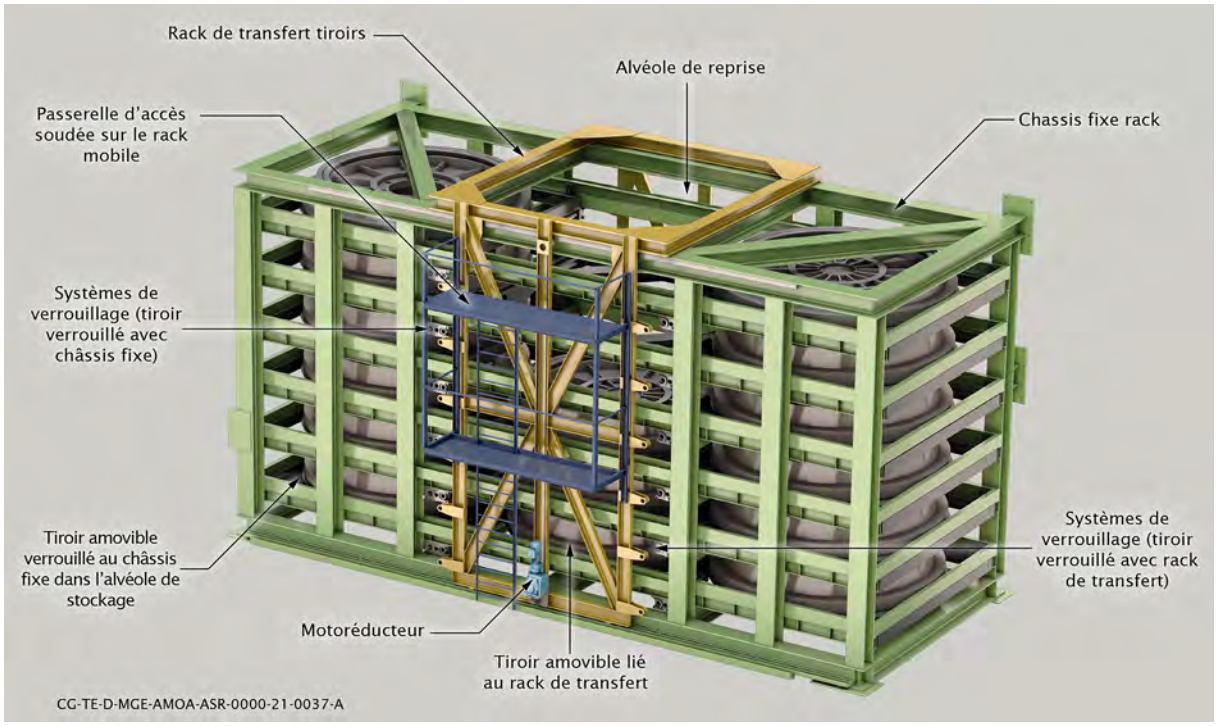


Figure 4-39 *Illustration du râtelier de stockage des brides d'accostage des Emballages de Transport (ET)*

c) Le dispositif de contrôle de la cavité interne de l'emballage (C4)

L'appareillage de contrôle implanté devant chaque poste de travail de préparation a pour objectif de réaliser des vérifications de la cavité interne à l'emballage avant ouverture. Les principales fonctions de l'équipement sont :

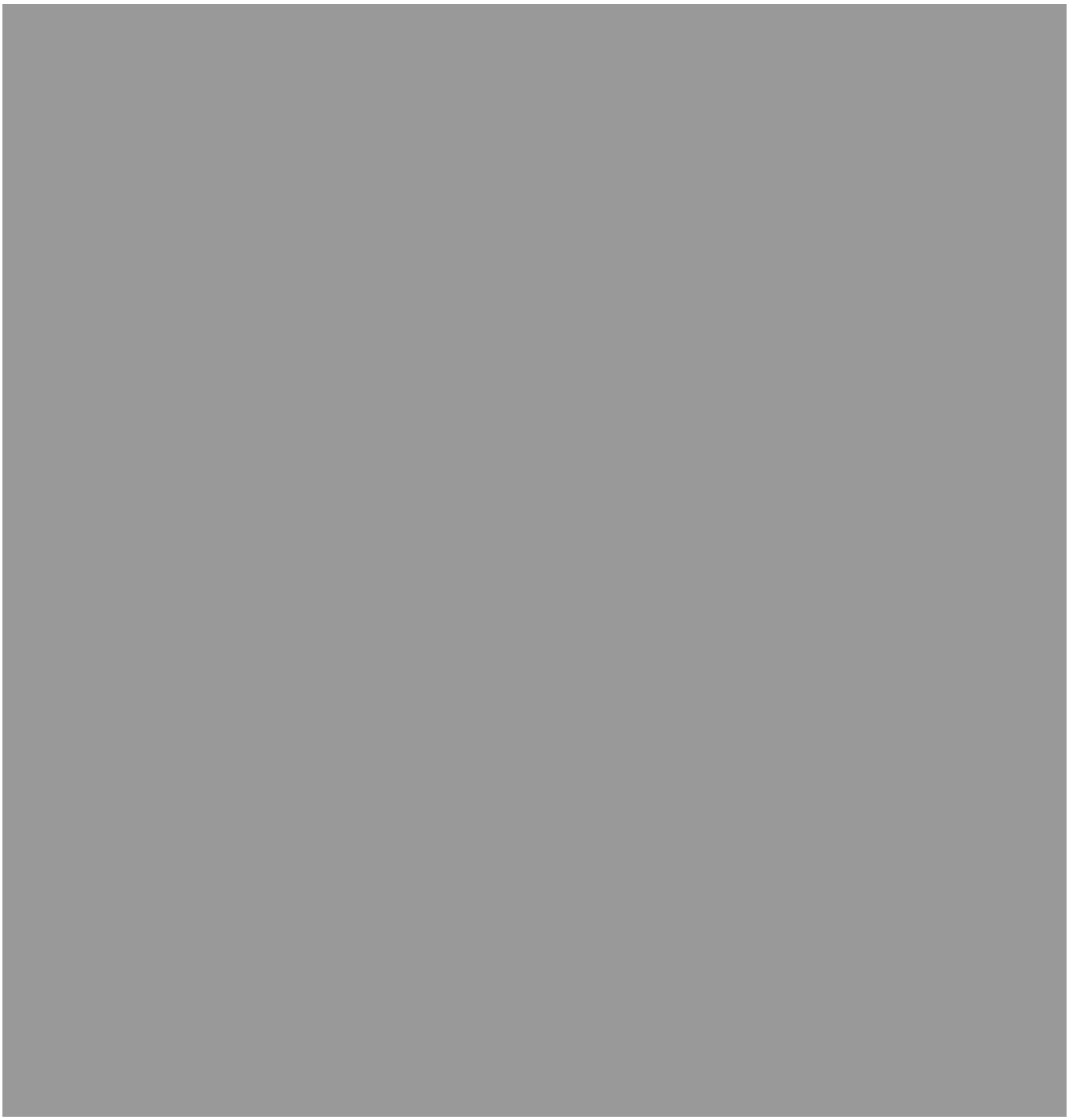
- mesurer la pression interne initiale de l'emballage, afin de s'assurer que la pression est conforme à l'attendu ;
- mesurer l'activité des aérosols éventuellement présents dans l'atmosphère de l'emballage ;
- mesurer l'activité des gaz rares éventuellement présents dans l'atmosphère de l'emballage ;
- mesurer le niveau de concentration d'hydrogène éventuellement présent dans l'atmosphère de l'emballage.

L'analyseur des gaz rares permet la mesure des activités alpha et beta des gaz rares, il comprend une double chambre d'ionisation différentielle et une alarme de dépassement de seuil.

4.1.3.9.3 Le dispositif d'accostage des emballages de transport

Le dispositif d'accostage (Cf. Figure 4-40) a pour principales fonctions :

- d'assurer le confinement et la radioprotection au niveau de la trémie de déchargement entre le local d'accostage des emballages et la cellule de déchargement en l'absence d'emballage ;
- d'assurer l'absence de contamination de la partie supérieure du couvercle d'emballage ;
- d'assurer la continuité de la deuxième barrière de confinement statique des substances radioactives lors de l'ouverture de l'emballage de transport et tout au long du déchargement ;
- de permettre la réalisation de l'opération d'accostage (et inversement de « désaccostage ») de l'emballage en mode téléopéré et automatisé ;
- de permettre le désaccostage de l'emballage et la fermeture de la trémie de déchargement en cas de panne de ses actionneurs (vérins de compression du soufflet, motorisations des trappes, etc.).



4.1.3.10 Le fonctionnement de la préparation des emballages à leur déchargement

Quatre postes de préparation d'emballages sont utilisables simultanément en fonction des flux à traiter.

Les opérateurs accèdent dans le local au niveau +0 m et travaillent sur le niveau supérieur des emballages à partir de passerelles aménagées autour des emballages. Le niveau +0 m comprend également des *racks*, qui sont des étagères contenant les brides d'accostage qui permettent de faire l'interface étanche (l'accostage) entre un emballage de transport et la face inférieure du dispositif d'accostage. Ces brides d'accostages sont fixées sur la base supérieure de l'emballage et permettent ainsi de standardiser le diamètre de l'orifice d'accostage quel que soit le type d'emballage de transport réceptionné.

La Figure 4-41 présente les différentes positions du chariot au niveau inférieur (-11 m) : quatre positions pour le contrôle et la préparation des emballages, deux positions pour l'accostage dans la cellule de déchargement. Bien qu'il y ait deux postes d'accostage afin d'optimiser les temps de transfert, les déchargements d'emballages ne sont pas opérés simultanément.

4.1.3.10.1 Le transfert de l'emballage de transport vers la zone de préparation (opération b5, figure 4-23)

Le chariot réalise des mouvements nord/sud, le transbordeur transfère le chariot sur un axe est/ouest (Figure 4-32).

Pour récupérer le chariot, le transbordeur se déplace en face de la ligne nord/sud sur lequel le chariot est en attente puis s'aligne avec les rails du chariot. Le transbordeur valide sa position par un lecteur de code barre sur l'intégralité du rail puis par un doigt d'indexage permettant d'assurer le placement et le maintien du transbordeur par le génie civil.

Lorsque le transbordeur est positionné et verrouillé, les butées antichute du chariot sont ouvertes et l'alimentation électrique du chariot est établie (le chariot ne peut pas effectuer de mouvements en l'absence de transbordeur, c'est ce dernier qui l'alimente).

Le déplacement du chariot est contrôlé grâce à un lecteur code-barres, la position finale est confirmée par un capteur mécanique. L'emballage sur le chariot se déplace sur le transbordeur selon l'axe nord sud. Les butées sont ensuite refermées, puis le transbordeur aligne le chariot en face de la cellule de préparation selon l'axe est-ouest. Enfin le chariot termine de déplacer l'emballage vers le poste de configuration.

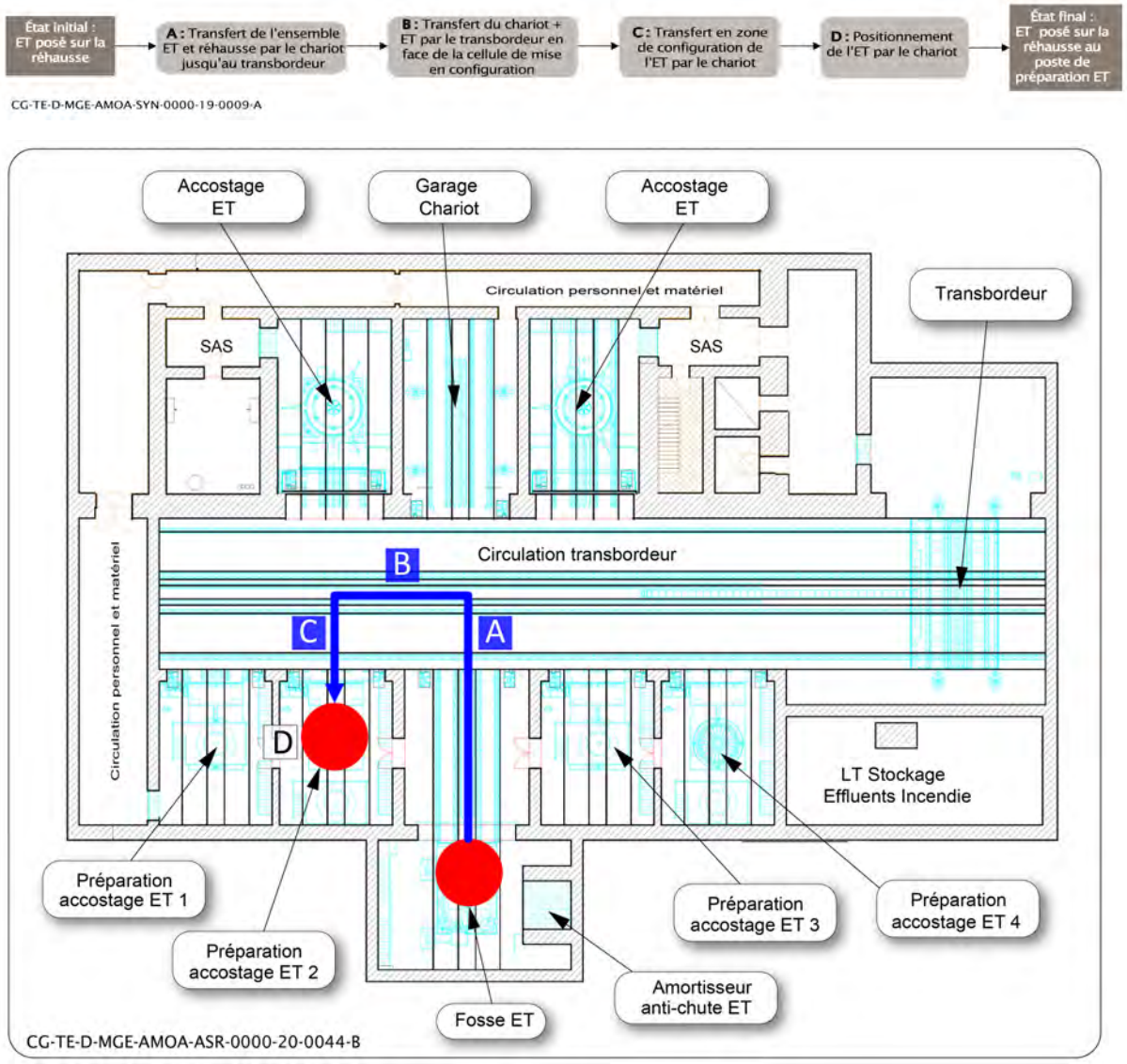


Figure 4-41 *Illustration du transfert des Emballages de Transport (ET) vers un poste de préparation (niveau -11 m)*

4.1.3.10.2 Le contrôle de la cavité interne des emballages de transport (C4)

Les opérations de contrôle de la cavité interne des emballages de transport sont illustrées sur la figure 4-42.

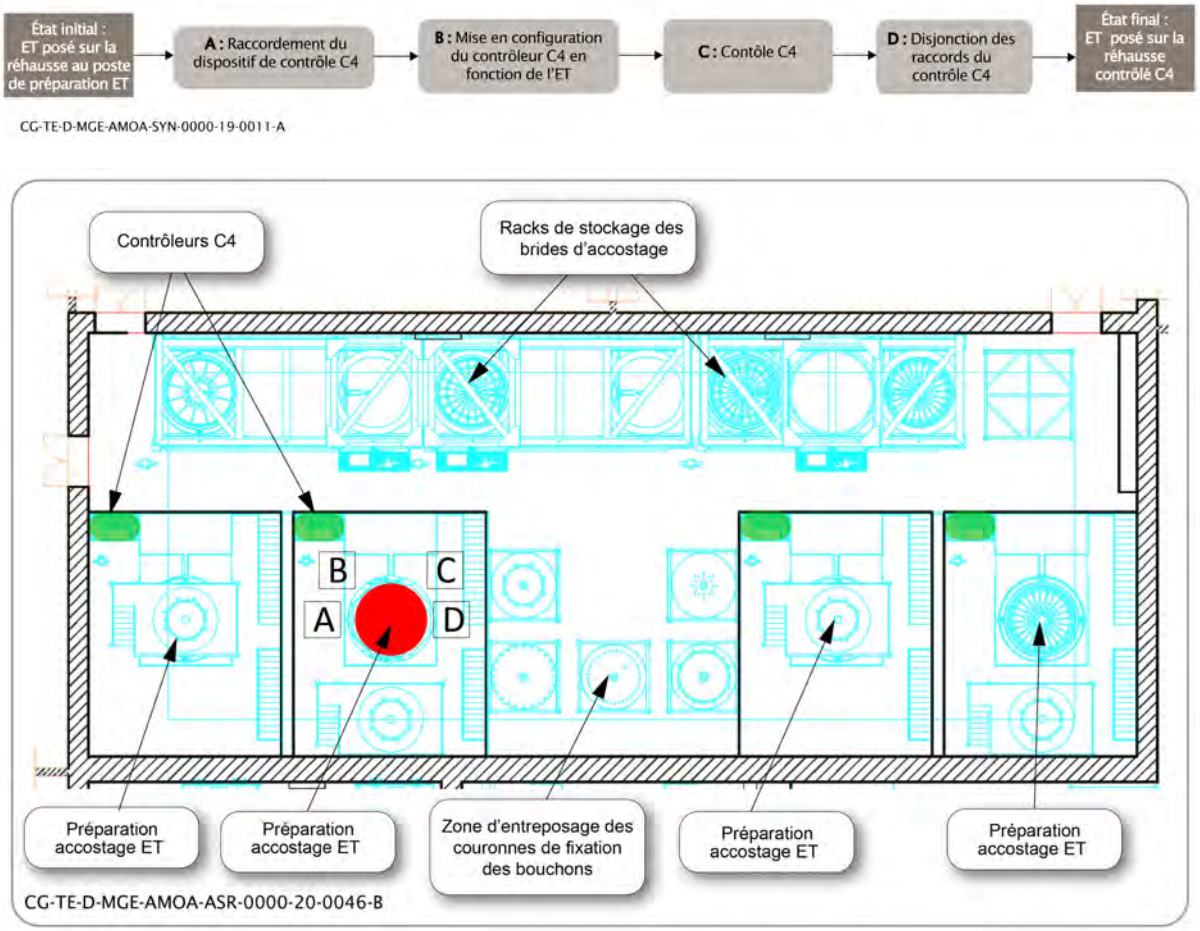


Figure 4-42 *Schéma de principe du contrôle de la cavité interne des Emballages de Transport (C4) au niveau +0 m*

L'analyseur de gaz pour le contrôle C4 est connecté aux emballages pour réaliser les mesures (Figure 4-43).

Figure 4-43 *Illustration de la mise en place d'un flexible sur un Emballage de Transport (TN28) depuis le dispositif de contrôle C4*

La contamination dans la cavité de l'emballage de transport est contrôlée. En cas d'écart, une première étape consiste à effectuer un balayage d'air dans la cavité de l'interne de l'emballage afin de capter l'éventuelle contamination labile remise en suspension lors du transport.

Si le balayage d'air n'est pas suffisant plusieurs possibilités existent suivant les résultats du contrôle :

- dans le cas le plus fréquent, une procédure dérogatoire permet de réaliser l'ouverture de l'emballage en vue de réaliser une inspection des colis primaires lors des phases de contrôles C5 de réception des colis ;
- l'emballage de transport n'est pas ouvert, il est replacé sur son wagon en vue d'une décision en lien avec les producteurs de déchets ;
- la réexpédition vers le site producteur (dans la mesure où l'emballage respecte les critères de la règlementation de la classe 7 et 8 de l'ADR (16, 17) et classe 6 de la RID (18).

4.1.3.10.3 La pose de la bride d'accostage (opération c2, figure 4-23) et dévissage du couvercle d'emballage

Les opérations associées à la pose de la bride d'accostage sont illustrées sur la figure 4-44.

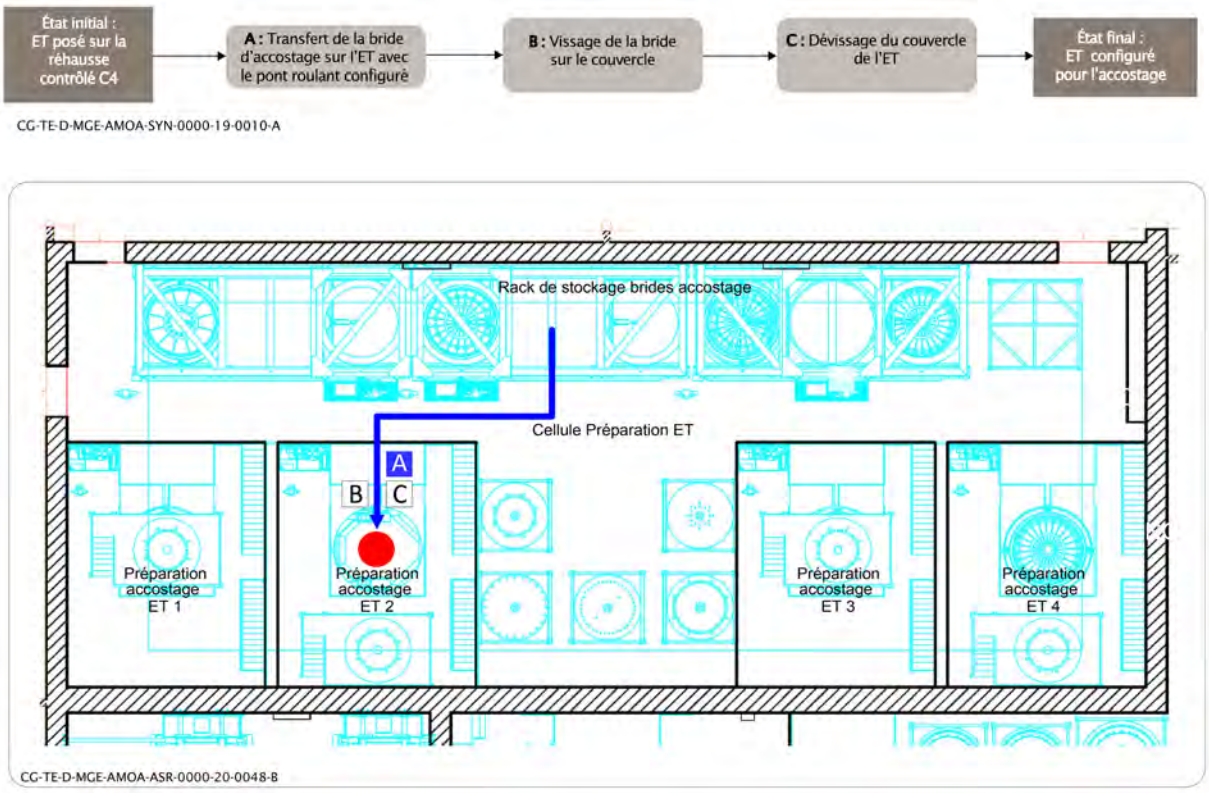


Figure 4-44 *Schéma de principe de la mise en place de la bride d'accostage sur la tête d'Emballage de Transport (ET)*

L'accostage consiste à relier l'emballage de transport (ET) à la cellule supérieure de déchargement de façon étanche afin d'éviter une dissémination de l'éventuelle contamination à la surface des colis. Pour ce faire, il est nécessaire que les diamètres entre l'emballage de transport et l'orifice de la cellule de déchargement soient identiques. La diversité des emballages de transport rend nécessaire l'utilisation d'une bride d'interface pour chacun des différents types d'emballages (Figure 4-45).

Ces brides sont entreposées dans des *racks* à tiroirs mécanisés (Figure 4-46). Elles sont extraites latéralement par le coulissement du tiroir. Un palonnier permet de saisir la bride avec le pont roulant puis elle est positionnée au droit de l'emballage. La bride est constituée par un couvercle et une embase. Le couvercle de la bride est vissé sur le couvercle de l'emballage, et l'embase est fixée sur la tête d'emballage. La dernière étape consiste à dévisser le couvercle de l'emballage.

Figure 4-45 *Illustration des fixations de la bride sur l'Emballage de Transport (ET)*

Figure 4-46 *Illustration des racks de viroles et circuit de mise en place sur l'Emballage de Transport (ET)*

4.1.3.10.4 Le transfert sous la cellule de déchargement (opération c4, figure 4-23)

Les opérations de transfert sous la cellule de déchargement sont illustrées sur la figure 4-47.

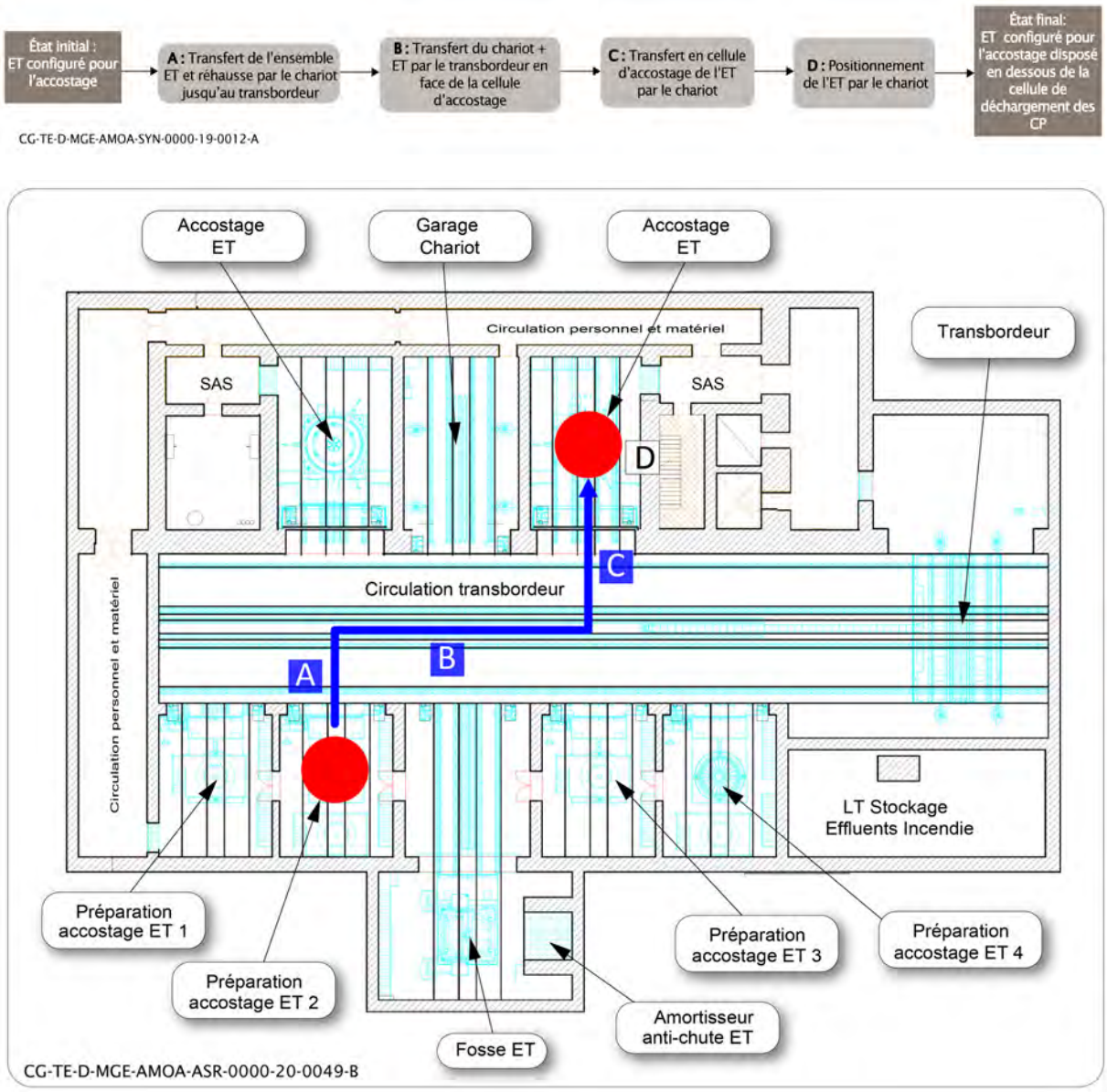


Figure 4-47 *Transfert de l'Emballage de Transport (ET) configuré au poste d'accostage, niveau -11 m*

Après configuration de l'emballage avec la bride d'accostage, celui-ci est transféré dans la zone d'accostage (Figure 4-48). Le process de transfert de l'emballage est identique à celui détaillé précédemment, sauf en ce qui concerne l'ouverture de la porte de la zone d'accostage qui se fait en simultané de la mise en place des butées antichute de l'emballage.

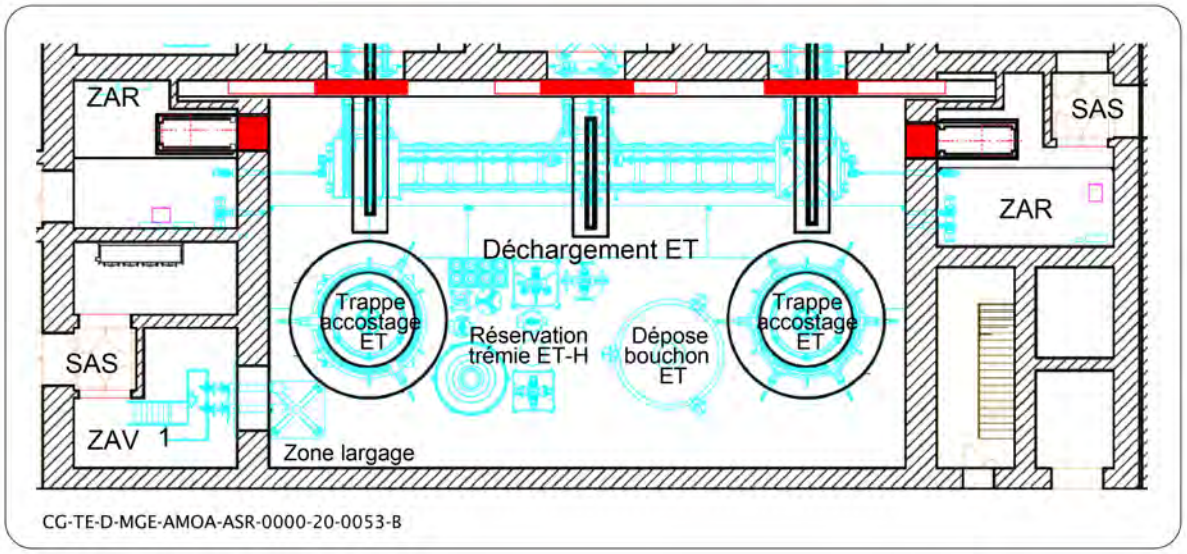
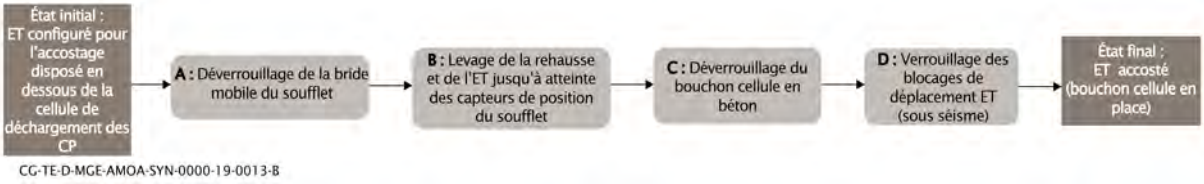


Figure 4-48 *Illustration de la localisation des systèmes d'accostage des Emballages de Transport (ET) au niveau +0 m de la cellule de déchargement*

4.1.3.10.5 L'accostage des emballages de transport (opération c5, figure 4-23)

Les opérations d'accostage des emballages de transport sont illustrées sur la figure 4-49.



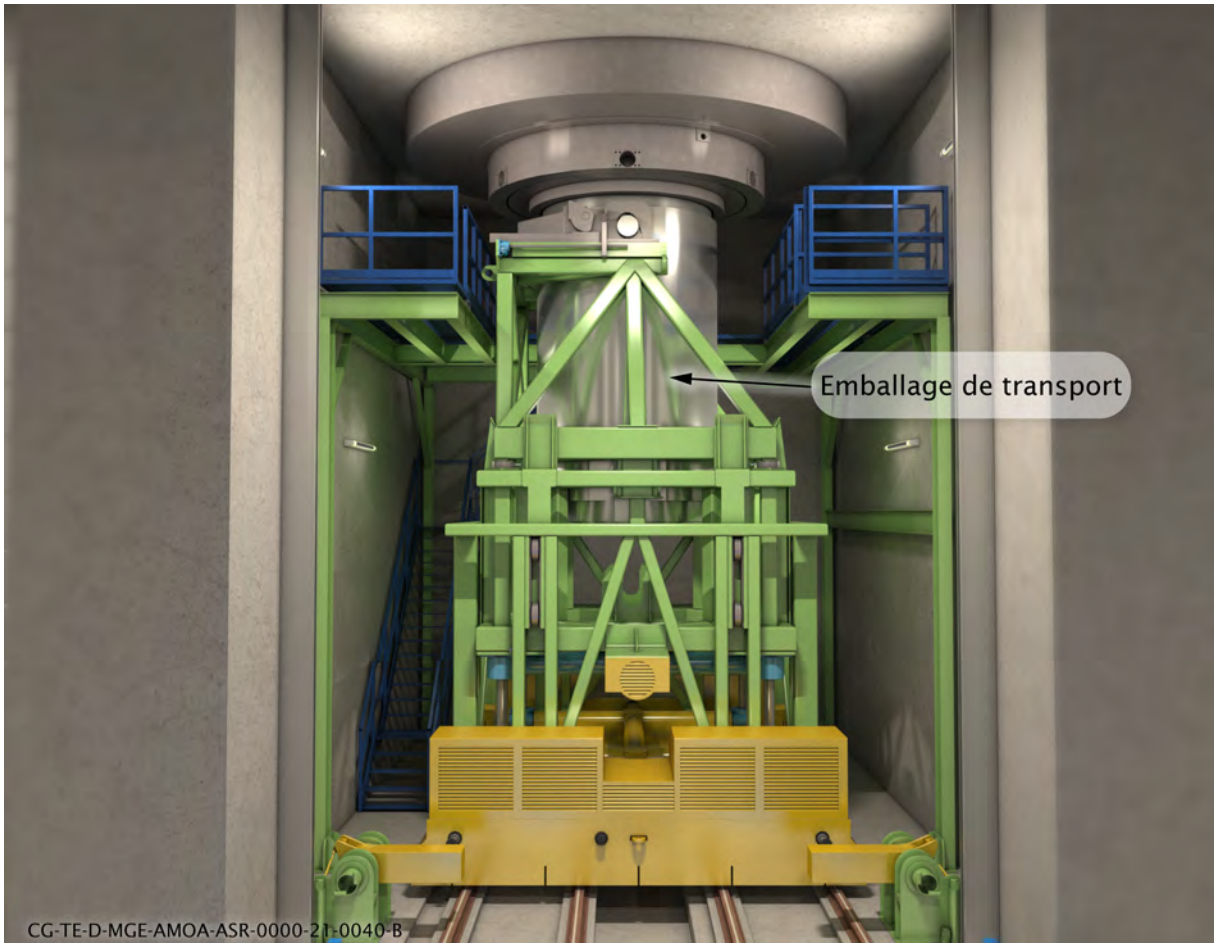


Figure 4-49 Schéma de principe d'accostage d'un Emballage de Transport (ET)

L'accostage de l'emballage à la cellule de déchargement des emballages de transport est réalisé en trois grandes étapes :

- le déverrouillage de la bride mobile ;
- l'accostage de l'emballage par la montée du plateau afin de plaquer la bride d'accostage contre la le dispositif d'accostage ;
- le verrouillage de l'emballage en position (garantissant l'absence de déplacement de l'emballage sous séisme).

Avec la validation par capteur du bon positionnement des différents éléments mobiles, les bouchons de la cellule de déchargement des colis primaires sont déverrouillés.

Ces opérations permettent d'accoster l'emballage et de garantir le confinement de la cellule de déchargement des emballages au niveau +0 m vis-à-vis du local inférieur ou circule l'emballage. Seul l'intérieur de l'emballage est mis en relation avec la cellule de déchargement.

a) Le pilotage

Les opérations sur les emballages de transport se font en local, dès lors que l'emballage est consigné et ne peut pas être déplacé. Les opérations pour le démontage des vis du couvercle et la mise en place des brides d'accostage se font également en local.

Les opérations de transfert et d'accostage de l'emballage sont réalisées en automatique depuis un poste de commande de la salle de conduite centralisée (SCC) après déconsignation de l'emballage.

b) Les conditions de fonctionnement

Les conditions nécessaires au transfert et à la configuration de l'emballage sont :

- toutes les alarmes de niveau médian, élevé ou critique ayant un impact sur la zone ont été soldées ;
- les ventilateurs du réseau sont en état de marche et produisent le débit et les cascades de dépressions requis.

Pour poursuivre le process, les conditions suivantes doivent être respectées :

- l'ensemble des alarmes de niveau médian, élevé ou critique sont traitées ;
- le process est mis en pause sur détection incendie (ou défaut) dans le secteur feu considéré ;
- en cas de détection de contamination atmosphérique dans une cellule, celle-ci est maintenue confinée (en dynamique ou en statique).

c) Les principes d'exploitation

Les principes d'exploitation pour ces opérations sont les suivants :

- les portes sont normalement fermées ;
- une opération non interruptible ne peut démarrer que si elle peut être terminée avant la fin de la période de production ;
- interlockage des portes d'entrée des wagons dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 et des portes d'entrée des emballages de transport dans la zone d'accostage ;
- les chariots avec des emballages pleins sont prioritaires vis-à-vis des chariots avec des emballages vide au niveau du transbordeur ;
- les emballages pleins sont prioritairement préparés sur les postes ouest et les emballages vides sont prioritairement dé-configurés sur les postes est ;
- le process est mis en pause sur détection incendie (ou défaut) dans le secteur feu considéré ;
- en cas de détection de contamination atmosphérique dans une cellule, celle-ci est maintenue confinée (en dynamique ou en statique).

4.1.4 Le déchargement des colis primaires et préparation des colis de stockage

4.1.4.1 La description du déchargement des colis primaires et de la préparation des colis de stockage

Le déchargement des colis primaires et la préparation des colis de stockage est en interface avec la préparation et l'accostage des emballages au sud et la zone tampon principale des colis de stockage au nord (Figure 4-50).

Figure 4-50 *Illustration de la zone de déchargement, de contrôles des colis primaires et de préparation des colis de stockage (filière 2)*

4.1.4.2 Les fonctionnalités

Les fonctions principales de la préparation des colis de stockage filière 2, sont les suivantes :

- extraction des colis primaires (CP) d'un emballage de transport (ET) ;
- contrôle de conformité des colis aux spécifications d'acceptation (contrôle C5) pour l'ensemble des colis réceptionnés ;
- décontamination des colis non-conformes au contrôle de contamination ;
- préparation des colis de stockage (chargement des colis primaires en conteneur de stockage en panier métallique ou sur un plateau récupérable).

4.1.4.3 Les caractéristiques techniques de la zone de préparation des colis de stockage

Le Tableau 4-9 et les Figure 4-51 et Figure 4-52 ci-après présentent les caractéristiques des locaux concernés, leur classement en ventilation suivant la norme NF ISO 17873 de 2006 (15) ainsi que le zonage radiologique correspondant.

Tableau 4-9 *Caractéristiques techniques de la zone*

La configuration technique de la zone comprend des cellules centrales bordées par des locaux techniques de part et d'autre : les zones avant (ZAV) qui permettent aux opérateurs de procéder à des opérations de surveillance ou de maintenance par télémanipulation ; les zones arrière (ZAR) qui sont des locaux techniques ou des voies d'accès par portes blindées aux cellules classées rouge (uniquement après une procédure de déclassement de ces cellules). Les cellules centrales sont surplombées par des locaux classés jaune une fois déclassé ; il s'agit en particulier du garage de pont et de sur-cellules de maintenance pour les cellules C5.

Figure 4-51 *Caractéristiques techniques de la cellule de déchargement des Emballages de Transport (ET) et préparation des colis de stockage (Niv +0 m)*

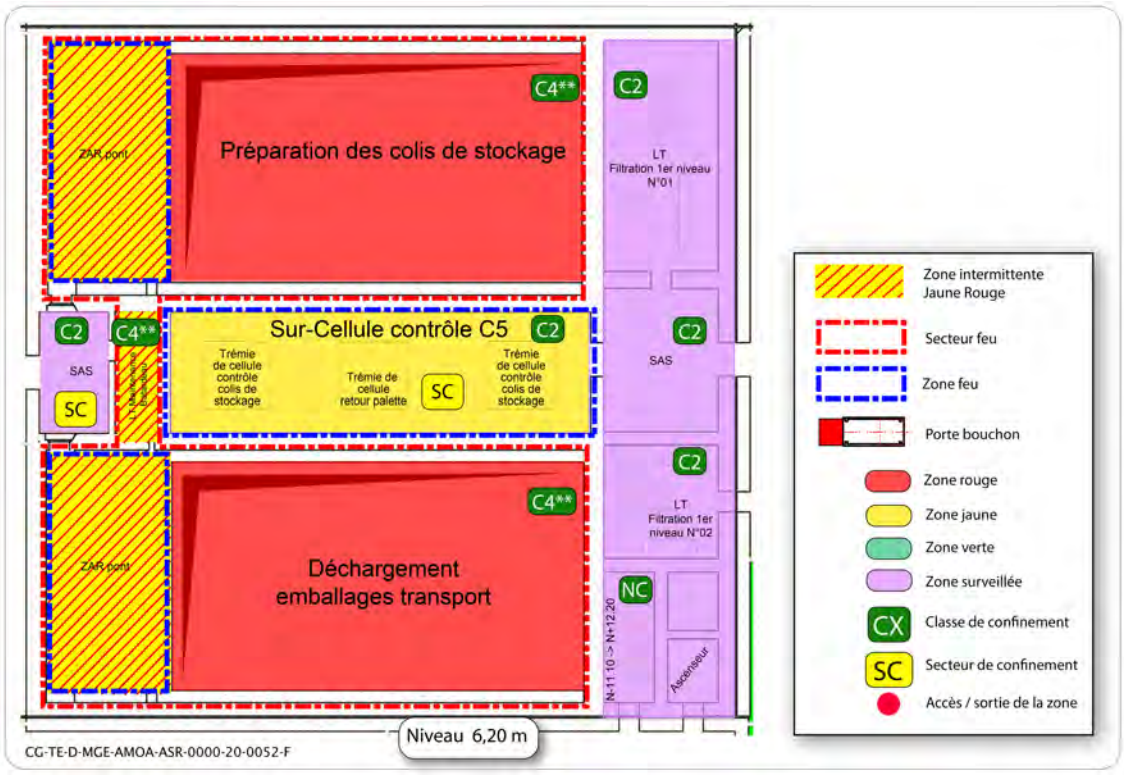


Figure 4-52 *Caractéristiques techniques de la cellule de déchargement des Emballages de Transport (ET) et préparation des colis de stockage (Niv +6 m)*

4.1.4.4 La description des équipements de la zone de préparation des colis de stockage

Les cellules de déchargement des colis primaires, de contrôle C5 et de préparation des colis de stockage (cf. Figure 4-53) comprennent les équipements principaux suivants :

- un pont nucléarisé de 20 tonnes pour le déchargement des colis primaires ;
- un support de bouchons de radioprotection supérieurs du système d'accostage (N°1) ;
- un support de bride d'accostage et couvercle d'emballage de transport (N°2) ;
- un *rack* métallique pour la dépose de colis de type CSD-C en zone tampon (N°5). La zone tampon pour les autres types de colis MA-VL comprend uniquement un marquage au sol (N°6) ;
- un ensemble de transbordeurs et de chariots formant une noria pour la circulation des colis primaires entres les cellules de la zone (N°11) ;
- deux dispositifs de contrôle des colis primaires réceptionnés (C5) (N°8-9-10) ;
- un pont roulant nucléarisé pour la manutention des colis primaires à placer soit dans les conteneurs de stockage, dans un panier ou sur un plateau ;
- une potence vélocipède pour la manutention des couvercles de conteneurs de stockage (N°12) ;
- cinq portes double battant coulissantes de protection radiologique entre les cellules de la zone (N°7) ;
- quatre postes de télémanipulation comprenant un hublot de vision (N°16) ;
- six portes de type bouchon sur rails pour l'accès depuis la zone arrière (ZAR) (N°15) ;
- deux portes coulissantes simple ou double vantail d'entrée des conteneurs et de sortie des colis de stockage (N°14) ;
- deux postes de dépose des palettes par le chariot de transfert palettes (N°13).

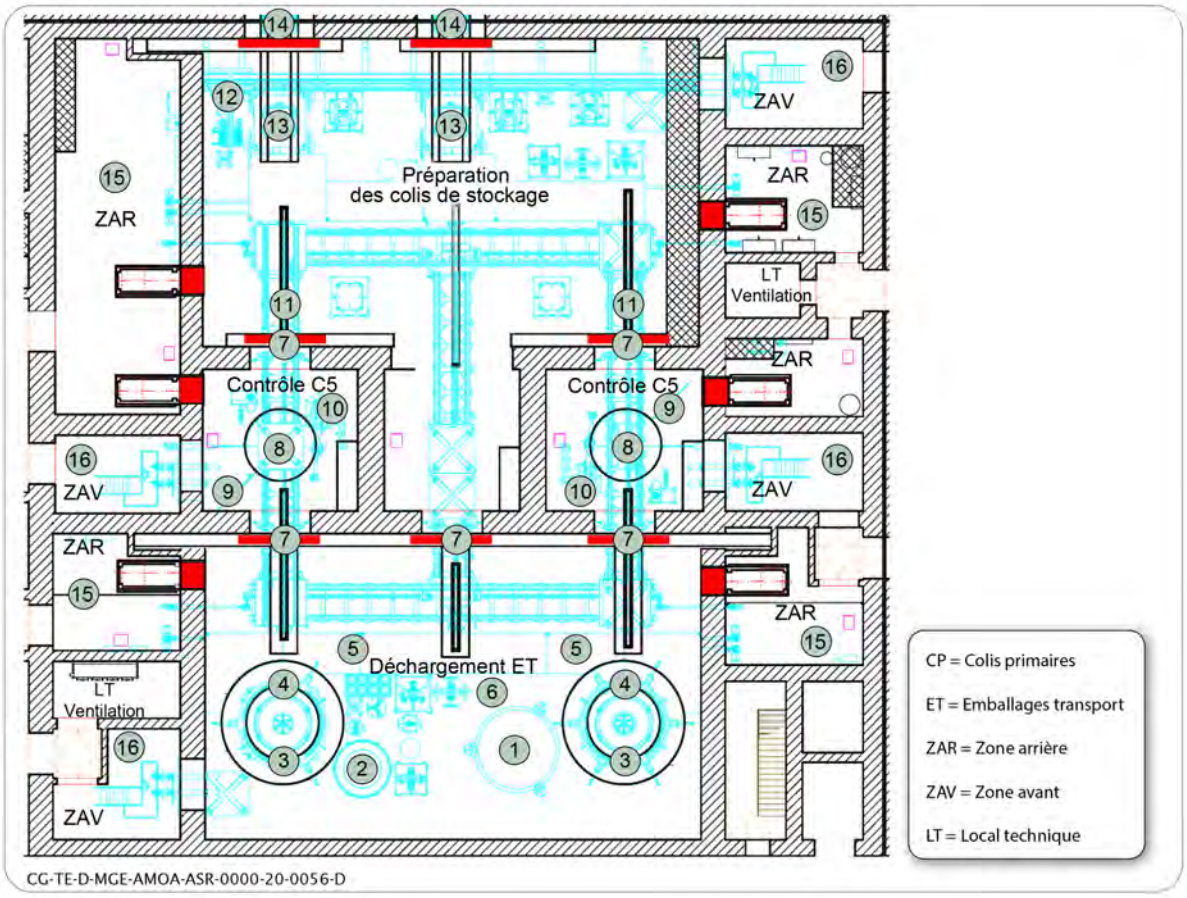


Figure 4-53 *Illustration de la filière 2 : déchargement, contrôle et préparation des colis de stockage*

4.1.4.4.1 Le pont nucléarisé de 20 tonnes pour le déchargement des colis primaires d'un emballage de transport

Le pont nucléarisé de déchargement des colis primaires (CP) est un équipement de la filière F2 « préparation des colis de stockage », situé dans la cellule de déchargement des emballages (ET).

Sa fonction est de permettre le déchargement des emballages de transport de déchets accostés sous la cellule de déchargement. Cette opération consiste à extraire un par un les colis primaires contenus dans l'emballage au moyen d'un accessoire de levage pour les déposer en cellule de déchargement. Le pont permet également le retrait des bouchons de radioprotection de l'accostage (Figure 4-54).

Ce pont dessert toute la cellule de déchargement des emballages afin de réaliser la préhension des colis primaires contenus dans les emballages.

La description qui suit est valable pour l'ensemble des ponts de la catégorie « nucléarisés » du bâtiment nucléaire de surface EP1.

Le pont de catégorie « nucléarisé » permet un déplacement automatique suivant la cartographie liée aux opérations à effectuer. Une corrélation entre le grappin connecté et le type de colis permet de gérer l'effort de levage et d'en assurer l'arrêt en cas de surcharge. Pendant la phase de levée, une mesure de la masse du colis primaire est effectuée par un peson.

Il est compatible avec l'ambiance radiologique en cellule.

Le pont est de type bipoutre avec chariot posé, les ossatures caissonnées sont en acier.

Les mouvements horizontaux en translation et direction sont assurés par des galets porteurs et galets de guidage. Les galets moteurs sont entraînés par des essieux communs et par des motoréducteurs doublés pour assurer une redondance.

La cinématique de levage est constituée de deux tambours indépendants actionnés chacun par un réducteur à roue et vis sans fin dont la caractéristique principale est d'être irréversible dynamiquement.

Le levage se fait par deux câbles indépendants. La rupture d'un câble n'entraîne pas de déplacement de la charge.

En cas de défaillance ou grippage, des dispositions sont prévues *via* des traversées mécaniques (grappin, direction) et un lièvre pour la translation.

L'alimentation électrique est faite avec des chaînes porte-câbles, en tenant compte des exigences de ségrégation et de redondance.

Les dispositions constructives pour la limitation des conséquences d'un départ de feu sont l'utilisation d'une huile à point éclair élevé, la mise en place de bacs de rétention d'huile sous les réducteurs afin d'éviter une propagation en cas d'incendie. L'utilisation de câbles difficilement inflammables. Un détecteur incendie et un thermostat sont intégrés dans chaque armoire électrique. Une surveillance thermique des moteurs ainsi qu'une surveillance ponctuelle des points chauds permettent de contrôler le fonctionnement en temps réel. La ségrégation des composants limite la propagation de l'incendie à un foyer secondaire.

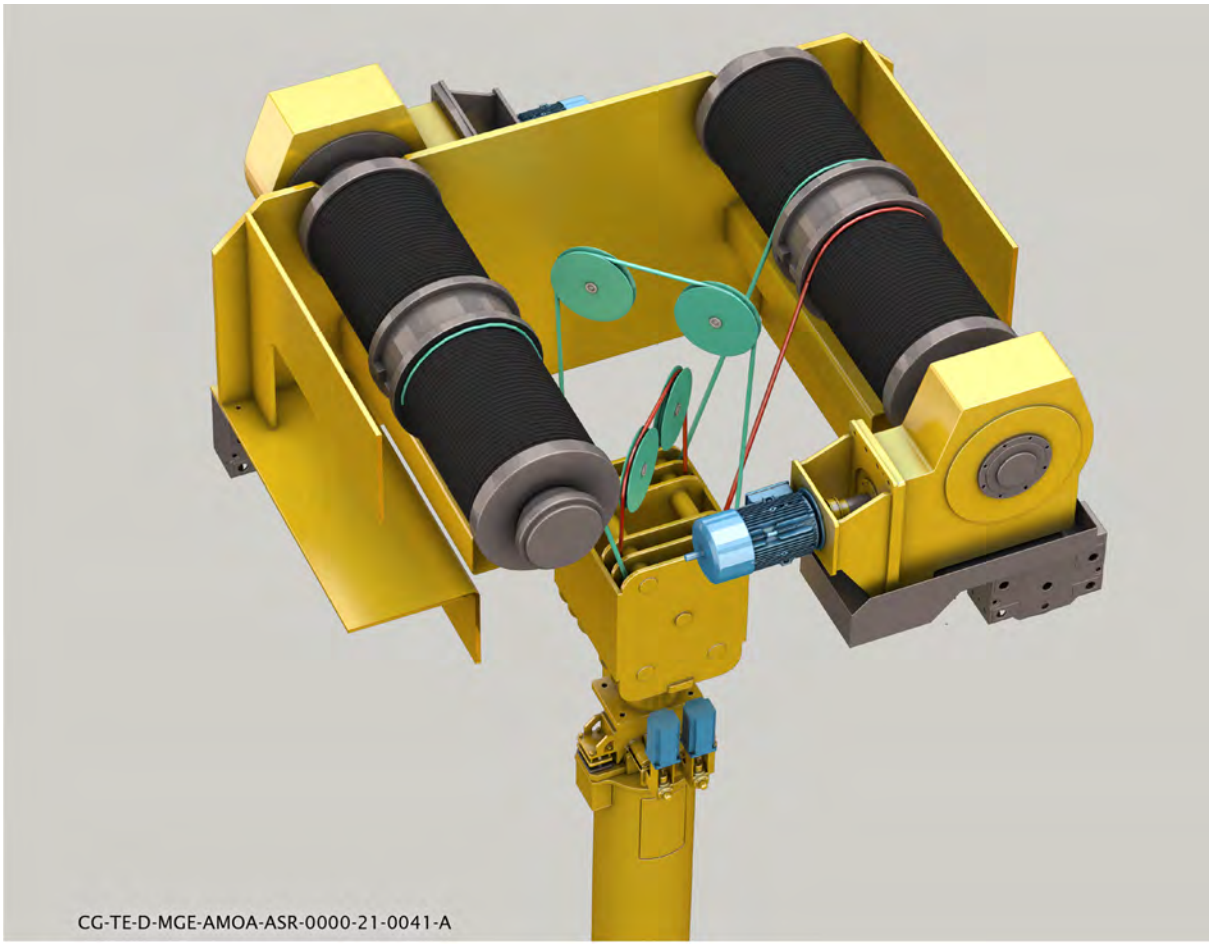


Figure 4-54 *Illustration de la cinématique de levage d'un pont nucléarisé avec mouflage croisé non symétrique*

La moufle comporte une interface type coupleur pont, réalisant une liaison mécanique et électrique, afin de s'adapter à la variété des palonniers en téléopération (Figure 4-55).

Le dispositif de coupleur permet l'interchangeabilité de l'ensemble des palonniers de l'installation, il est fixé sur la moufle des appareils de levage (ponts, potence, etc.) qui nécessitent des changements de palonniers, pinces ou autres outillages (à l'exception des ponts de manutention des emballages de transport).

Figure 4-55 *Illustration du coupleur pour le changement téléopéré des moyens de manutention*

La gestion des modes dégradés d'un pont nucléarisé

Suite à un problème technique, le pont est mis dans un état sûr. Les principales dispositions sont indiquées ci-dessous :

- pour le mouvement de translation, en cas de défaillance des deux motorisations, un ultime secours permet le retour du pont avec un système de lièvre qui repousse le pont dans le garage ;
- pour le mouvement direction, en cas de défaillance des deux motorisations, un ultime secours constitué d'une chaîne permet, *via* un ringard passé dans une traversée mécanique dans un des voiles, de déplacer le chariot.

4.1.4.4.2 Les supports de bouchons de radioprotection supérieurs du système d'accostage

Les supports de bouchons supérieurs (Figure 4-56) sont des assemblages mécanosoudés fixés au sol de la cellule. Ils permettent le positionnement et le maintien au sol des deux bouchons en béton qui composent la partie supérieure d'un accostage.

Les deux bouchons sont empilés lorsque l'accostage est fermé. Ils sont retirés à l'aide du pont de 20 tonnes de la cellule l'un après l'autre et déposés au sol de la cellule l'un sur l'autre entre les supports bouchons supérieurs. Ces dispositifs évitent un déplacement des bouchons en cas de séisme.

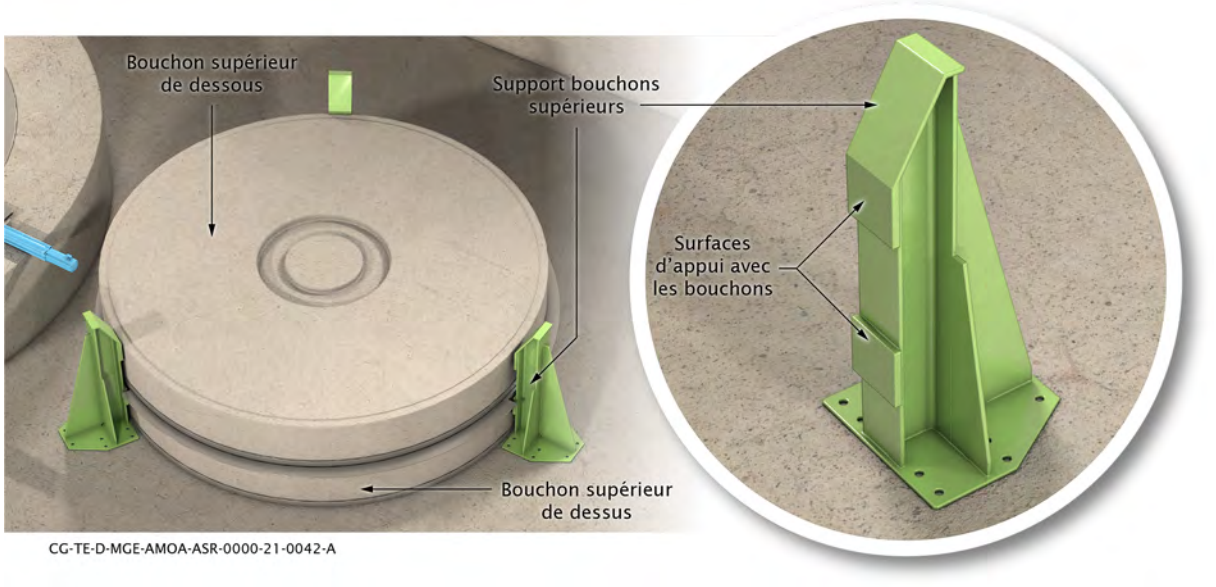


Figure 4-56 Illustration des supports de bouchons supérieurs du système d'accostage

4.1.4.4.3 Le *rack* métallique pour la zone tampon du déchargement des colis de type CSD

Le *rack* métallique dans la cellule de déchargement des colis primaires permet le dépôt temporaire de colis. Compte tenu du rapport hauteur sur base de ces colis, ce *rack* leur garantit de ne pas se renverser accidentellement. Ce *rack* permet de déposer au maximum huit colis HA/MA-VL de type « CSD ».

Les autres colis MA-VL ne nécessitent pas de *rack* pour le maintien de leur stabilité. Une zone dédiée au sol permet la pose de trois colis primaires MA-VL.

Il est à noter que cette zone tampon est utilisée exceptionnellement, notamment en cas de ralentissement à l'aval lié à une situation de panne sur un des deux postes de contrôle par exemple ou pour permettre de libérer un emballage en fin de journée. Le détail des opérations de déchargement des colis primaires est décrit au chapitre 4.1.4.5.2 du présent volume.

4.1.4.4.4 L'ensemble de transbordeurs et chariots formant une noria pour la circulation des colis primaires entres les cellules de la zone de déchargement

Le système de transfert des colis primaires de déchets (Figure 4-57) permet leur circulation depuis leur dépose en cellule après extraction de leur emballage de transport, jusqu'à leur prise en charge pour préparation des colis de stockage (CS).

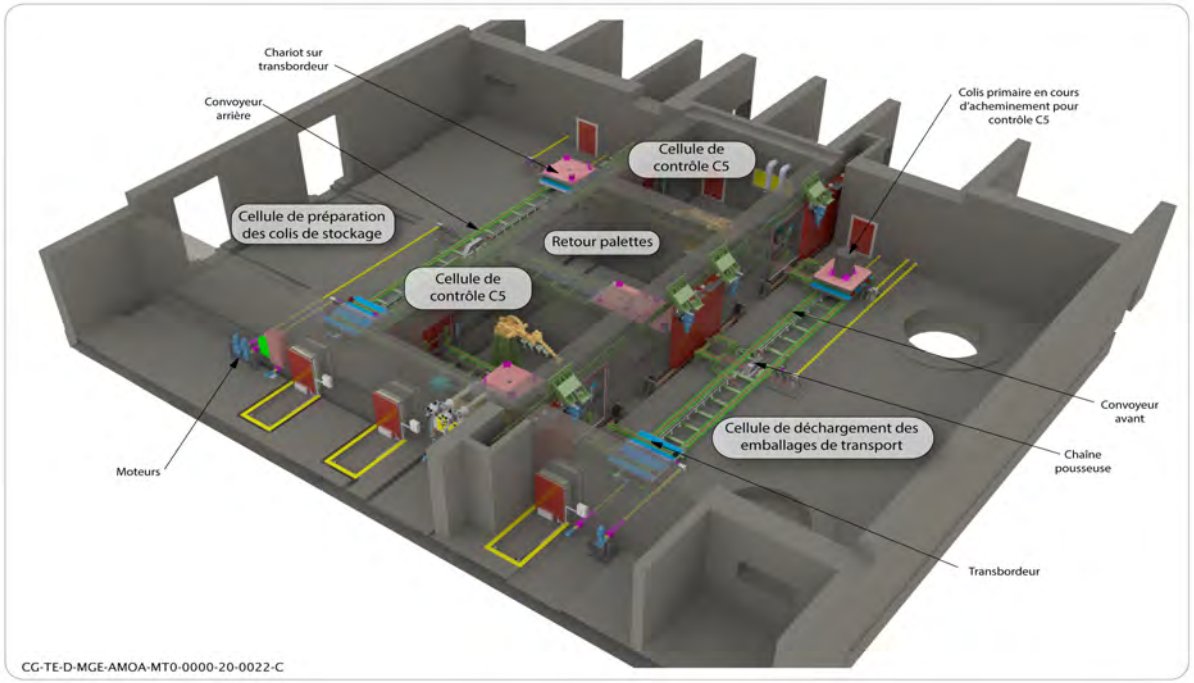


Figure 4-57 Illustration du système de transfert colis primaire par noria

Le système de transfert se compose de différents sous-ensembles :

- les éléments mobiles : chariot porteur de colis, transbordeur ;
- le réseau de convoyage, avec ses dispositifs de freinage des éléments mobiles, son dispositif de passage de porte ;
- les chaînes motrices assurant les déplacements des éléments mobiles ;
- le dispositif d'accrochage déverrouillable entre chaîne motrice et chariot porteur de colis primaires.

a) Les transbordeurs

Le système de transfert des colis primaires (CP) est composé de quatre transbordeurs. Leur implantation est la suivante (Figure 4-58) :

- deux transbordeurs situés en cellule de déchargement dont la fonction est d'assurer la distribution des chariots provenant de la zone tampon vers les lignes de contrôle des colis primaires (C5) ;
- deux transbordeurs situés en cellule de mise en colis de stockage dont la fonction est d'assurer le retour des chariots provenant des lignes de contrôle des colis primaires (C5) vers la zone tampon.

Le déplacement de ces transbordeurs s'effectue sur des rails et le mouvement est réalisé par des chaînes pousseuses-tireuses dont les moteurs sont déportés en dehors de la cellule.

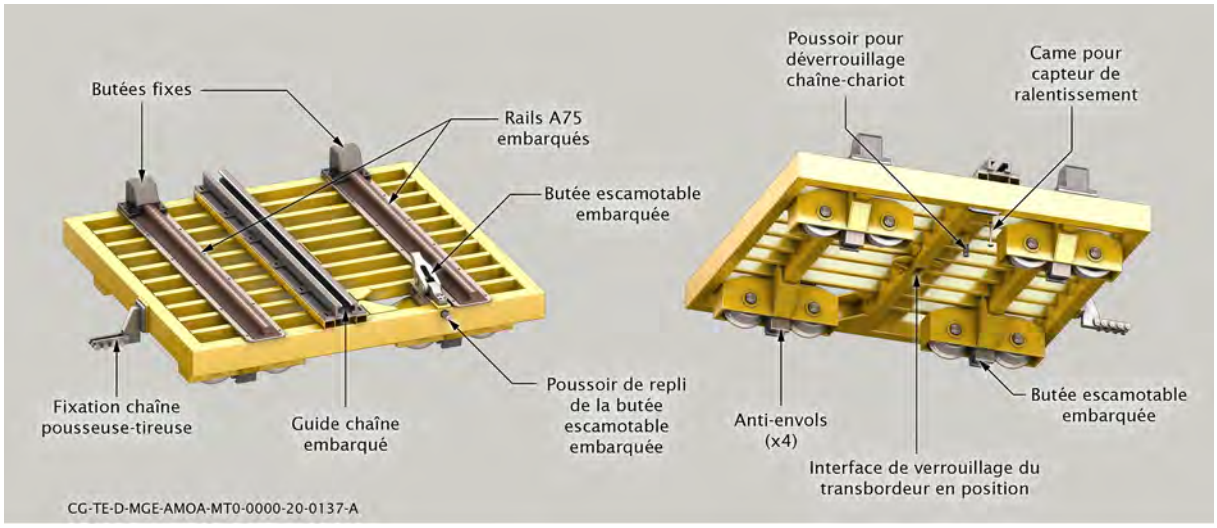


Figure 4-58 Illustration du transbordeur noria

b) Les chariots

Le système de transfert des colis primaires entre la cellule de déchargement et la cellule de préparation des colis de stockage est composé de cinq chariots mobiles sur rails et sont déplacés au moyen de chaînes pousseuses-tireuses dont les moteurs sont également déportés en dehors de la cellule (Figure 4-59).

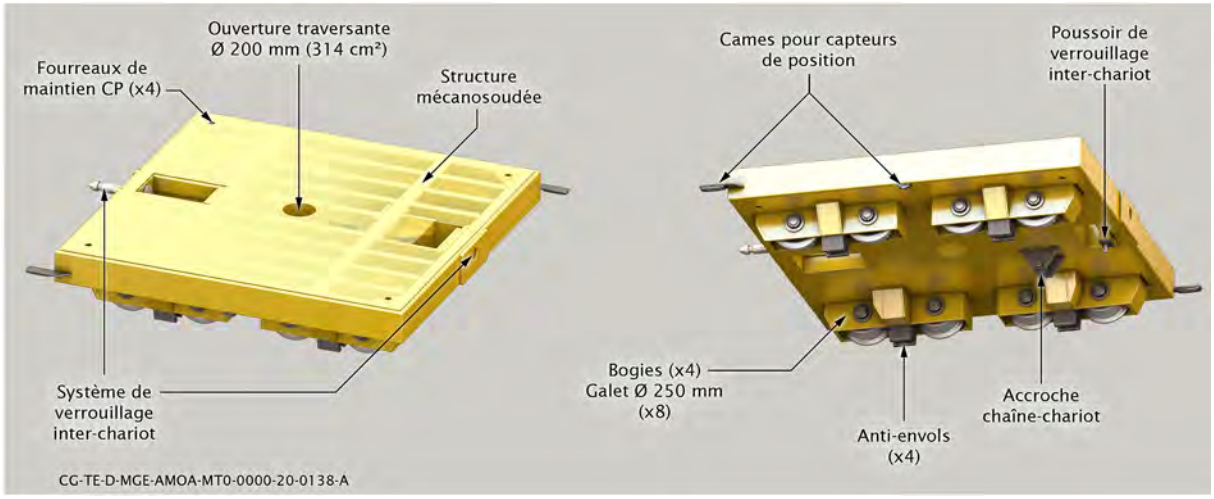


Figure 4-59 Illustration du chariot noria

c) Le réseau de convoyage

Le réseau de convoyage est constitué par les voies de roulement des éléments roulants du système de transfert des colis primaires : les transbordeurs et les chariots porteurs de colis primaires.

Les deux lignes transbordeurs « Sud » et « Nord » permettent le déplacement des deux paires de transbordeurs situées respectivement en cellule de déchargement des colis primaires et en cellule de préparation des colis de stockage. Leurs voies de roulement sont composées de rails posés sur des platines ancrées au sol de la cellule. Les lignes chariots sont au nombre de trois :

- deux lignes permettent le transfert des colis primaires de la cellule de déchargement des colis primaires en cellule de contrôle C5, puis en cellule de préparation des colis de stockage ;
- la 3e ligne permet le retour et le stockage des chariots vides.

Les voies de roulement des lignes chariots sont surélevées par rapport aux voies de roulement des transbordeurs, et sont composées de rails posés sur des structures porteuses à proches du sol.

Les lignes chariots sont divisées en plusieurs tronçons. Ils comportent des dispositifs de passage de porte permettant la fermeture des portes de cellule une fois le chariot chargé introduit en cellule.

Le réseau de convoyage est équipé d'un ensemble de dispositifs fonctionnels (déverrouillage des crochets chaîne motrices/chariot, verrouillage en position des éléments mobiles) et d'un ensemble de capteurs de positionnement permettant de commander et contrôler les déplacements des transbordeurs et des chariots (capteurs à poussoir commandés par des cames implantées sur les transbordeurs et les chariots).

d) Les chaînes pousseuses

Pour faire fonctionner le système de transfert, 10 chaines pousseuses sont nécessaires :

- six chaînes pousseuses de différentes longueurs pour le déplacement des chariots ;
- quatre chaînes pousseuses pour le déplacement des transbordeurs.

e) Le système d'accrochage chaîne/chariot

Le système d'accrochage permet d'arrimer un chariot avec une chaîne pousseuse-tireuse afin de permettre son déplacement sur le réseau de convoyage.

Le désaccouplement est réalisé par un poussoir de déverrouillage permettant de soulever le crochet. L'opération est réalisée à des positions fixes par différents vérins pneumatiques implantés sur le réseau de convoyage à des points prédéfinis pour le fonctionnement de l'installation.

La gestion des modes dégradés du dispositif de convoyage

En plus du désaccouplement par action pneumatique aux endroits clés, le crochet est conçu pour pouvoir être déverrouillé par le crochet monté sur la chaîne pousseuse-tireuse opposée. Cette disposition de gestion de « modes dégradés » permet de récupérer un chariot sur le réseau de convoyage en cas de défaillance ou de blocage de la chaîne pousseuse ou de sa motorisation lors d'une phase de déplacement.

Aucune défaillance fonctionnelle du système de transfert n'entraîne une situation de « blocage », l'évacuation du colis primaire manutentionné étant toujours possible.

Les chaînes pousseuses en opposition permettent d'assurer une redondance.

Les motorisations sont déportées en zone contrôlée verte ce qui permet une intervention sans avoir besoin de sortir les colis. Si un coté de la noria est bloqué, l'autre côté peut continuer à fonctionner en cas dégradé.

4.1.4.4.5 Le contrôle des colis primaires réceptionnés

Cette zone permet de réaliser tous les contrôles associés au colis primaire (C5) et éventuellement décontaminer les colis primaires avant de les mettre en conteneur de stockage, en panier ou sur plateau selon le mode de stockage (Figure 4-60).

Figure 4-60 Illustration de l'aménagement des cellules de contrôle C5

La cellule est fermée par deux portes blindées permettant d'atténuer le bruit de fond des colis localisés en amont et en aval de la cellule. Les portes présentent une atténuation équivalente vis-à-vis du débit de dose à celle des voiles extérieurs ce qui permet à un opérateur d'y accéder en l'absence de colis au sein de cette cellule. Deux cellules de contrôle sont positionnées de façon à permettre de traiter le flux de colis primaires entrant et de palier une défaillance d'une des cellules par transfert de tout le flux sur une seule cellule.

Les contrôles sur les colis primaires (C5) sont réalisés systématiquement sur l'ensemble des colis réceptionnés dans le bâtiment nucléaire de surface.

La cellule de contrôle comprend :

- une table tournante (description détaillée dans le chapitre 4.1.6.4.4 du présent volume) ;
- un robot pour la réalisation des contrôles ;
- un *rack* de support des porte-outils munis de préhenseurs automatiques ;
- un module trois axes équipé d'un scanner 3D pour réaliser les contrôles dimensionnels des colis primaires ;
- un module trois axes équipé d'une sonde pour réaliser des mesures de débit de dose et d'un dispositif rotatif pour réaliser des frottis sur les faces inférieures des colis primaires ;
- une enceinte blindée contenant une sonde pour réaliser les comptages alpha et beta sur les frottis ainsi qu'un magasin de frottis neufs et une poubelle pour les frottis usagés ;
- un ensemble de pesons pour réaliser les mesures de masse.

a) Le robot de contrôle et les sondes

Les contrôles sur les colis primaires sont réalisés avec un bras robotisé six axes placé sur un support (Figure 4-61 et Figure 4-62). La couverture du bras associée aux mouvements de la table tournante permettent de couvrir l'intégralité des faces latérales et supérieure des colis à contrôler.

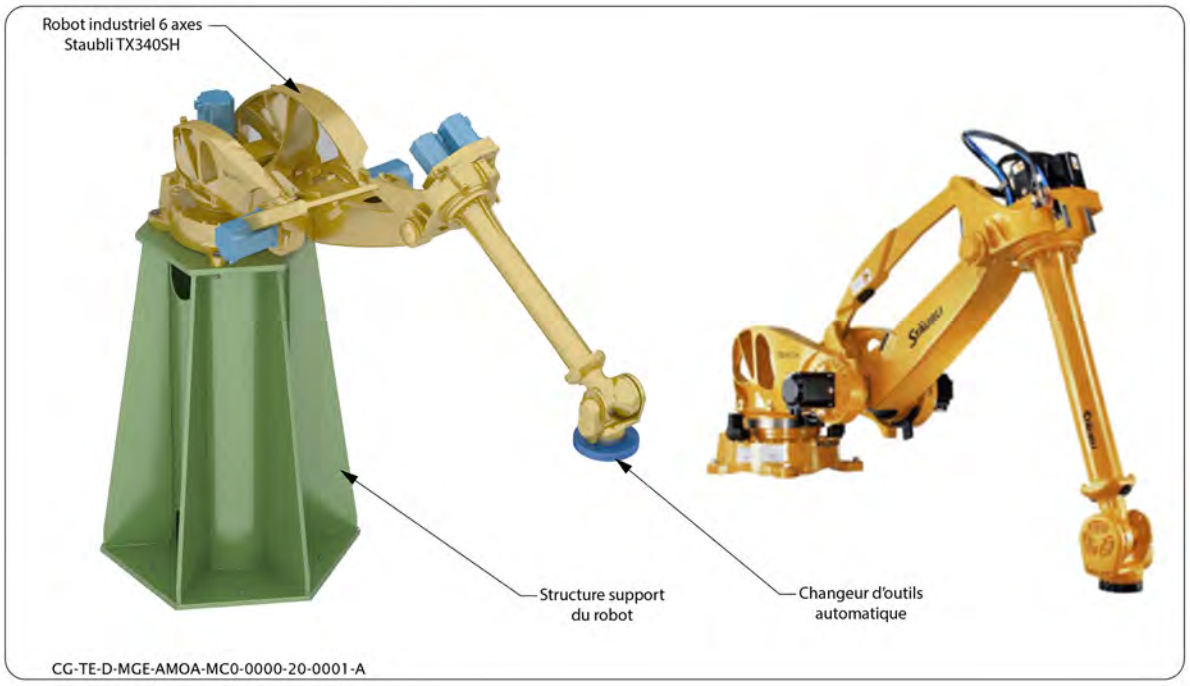


Figure 4-61 *Exemple de robot utilisé pour réaliser les contrôles sur les colis primaires*

Les contrôles C5 consistent à réaliser :

- les contrôles visuels avec un porte-outil équipé d'une caméra durcie ;
- les mesures de débit de dose avec un porte-outil équipé d'une sonde ;
- les frottis de détection de contamination avec un porte-outil équipé d'une pince ;
- les contrôles dimensionnels des colis primaires avec un dispositif équipé d'un scanner 3D ;
- le contrôle de la masse des colis primaires avec un peson installé sur la table tournante de contrôle.

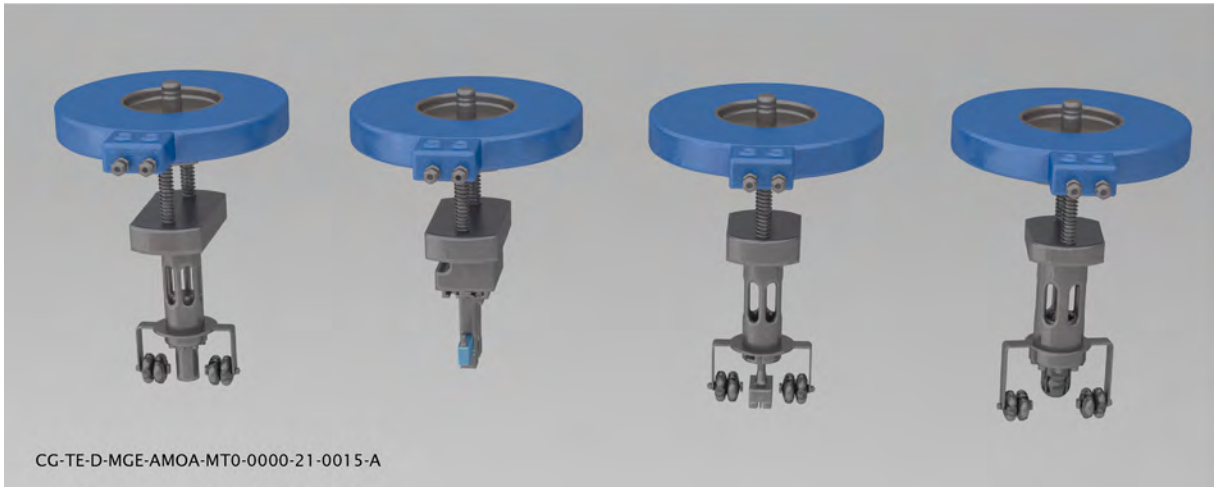


Figure 4-62 *Exemple de porte-outils équipés des capteurs pour l'inspection visuelle, sonde débit de dose, pince à frottis et capteur de température*

b) Le dispositif de comptage des frottis (Figure 4-63)

La sonde de contamination est intégrée à la boîte à frottis qui est démontable pour pouvoir l'extraire en cas de maintenance. La boîte est démontée par l'opérateur qui est chargé de la maintenance lorsque la cellule est vide de tout colis de déchets. Il est possible d'ouvrir complétement le tiroir afin d'extraire la sonde.

L'ensemble comprend également un magasin de frottis neufs et une poubelle pour les frottis usagés.

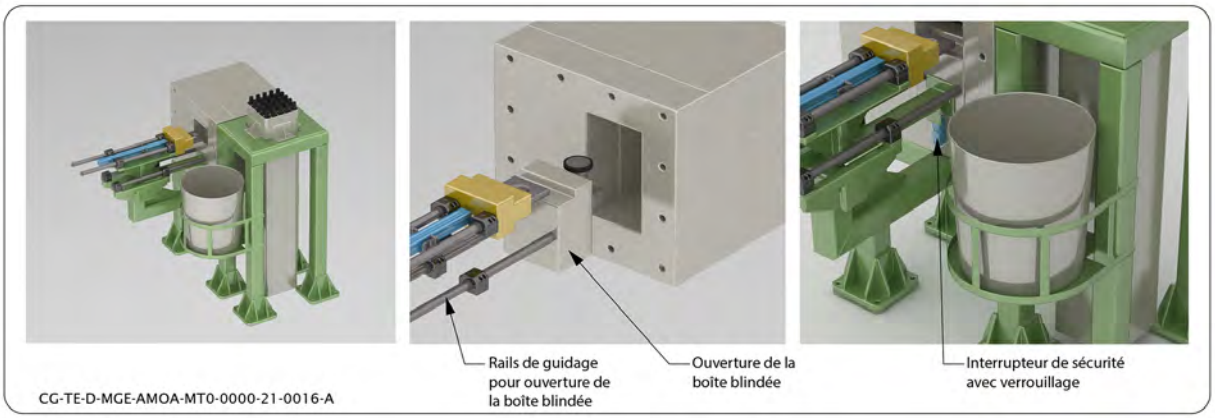


Figure 4-63 Illustration du module de comptage et distribution des frottis

c) Le dispositif équipé d'un scanner 3D pour réaliser les contrôles dimensionnels des colis primaires selon trois axes

Le contrôle dimensionnel des colis primaires permet de s'assurer de la conformité des dimensions externes des colis. Cette vérification de non-déformation de l'enveloppe externe permet de vérifier la compatibilité du colis avec le conteneur de stockage. Les mesures sont réalisées sur des colis qui présentent des géométries cylindriques ou parallélépipédiques.

Un système de scanner 3D est utilisé. Cet équipement est composé d'une partie mobile émettrice et d'une partie fixe réceptrice. Ce dispositif fonctionne en association avec la table tournante pour mesurer toutes les faces.

d) Le module trois axes pour réaliser des frottis sur les faces inférieures des colis primaires

Le robot ne permet pas de réaliser le contrôle des faces inférieures du colis. Un dispositif complémentaire avec un bras trois axes permet de réaliser ce contrôle (Figure 4-64). Il est constitué par un portique support d'une sonde pour le débit de dose et d'un support de frottis. Le module vient se placer sous le colis en positionnant la table à 45° et réalise les mesures au contact inférieur et le contrôle de contamination au travers d'un orifice de l'ensemble chariot-palette.

Figure 4-64 *Illustration du bras du module trois axes et tête de l'équipement de contrôle des faces inférieures du colis primaire trous*

La gestion des modes dégradés du contrôle C5

La motorisation de la table tournante a été déportée dans la zone arrière (ZAR), ce qui permet d'intervenir sans accès en cellule de contrôle C5. Une commande de secours permet le cas échéant d'effecteur une rotation permettant l'évacuation du colis.

En cas de dysfonctionnement du robot, les colis primaires ne sont pas entravés pour leur évacuation de la cellule puisque le robot ne contrôle que la face latérale.

En cas de panne du module de contrôle trois axes en position sous le colis primaire, l'opérateur utilise le bras robotisé équipé du porte-outil pince à frottis pour actionner un axe de manœuvre sur la motorisation du module qui permet de le remettre en position initiale. Après cette opération, il est possible d'évacuer le colis primaire de la cellule.

Lorsque le colis est à l'extérieur de la cellule, une procédure de déclassification de la zone (gestion des verrouillages et consignations) de la zone permet à des opérateurs d'accéder dans la cellule depuis la zone arrière et d'intervenir sur les équipements défaillants.

4.1.4.4.6 La potence vélocipède de manutention des couvercles de conteneurs et palonniers associés

La potence vélocipède est dédiée au retrait et à la remise en place des différents couvercles (colis de stockage ou pour panier si besoin) (Figure 4-65).

- un moyen de levage de type potence ou grue vélocipède ;
- un palonnier de levage adapté à la manutention des couvercles de conteneurs MA-VL ou de paniers (l'équipement est identique en filière 3) ;
- un palonnier de levage adapté à la manutention des couvercles de conteneurs HA.

Figure 4-65 *Illustration du grappin de mise en place et retrait des couvercles des conteneurs de stockage*

La potence est composée par les sous-ensembles suivants :

- un système de guidage : ensemble de rails montés sur une charpente fixée au voile et au sol ;
- un bras translatant suivant Y (axe de translation) ;
- un treuil translatant suivant X (axe de direction) et assurant la translation suivant Z (axe de levage) du moufle ;
- un coupleur d'interface automatique avec le palonnier.

La potence de type vélocipède est fixée sur les rails par arc-boutement (Figure 4-66).

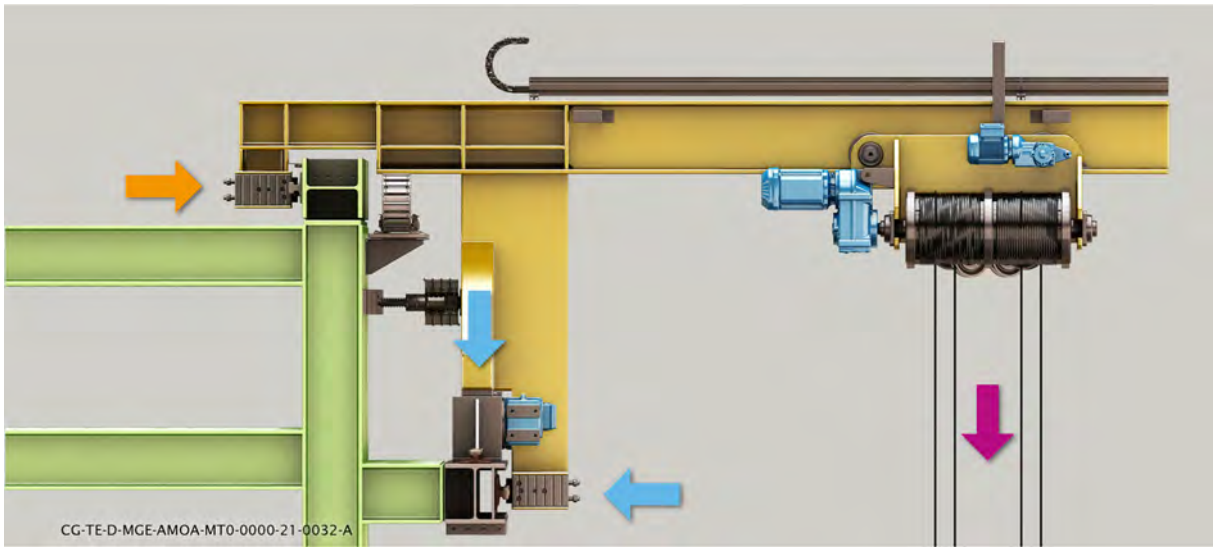


Figure 4-66 *Schéma de principe de la potence vélocipède par arc-boutement*

La translation est assurée par des galets motorisés freinés et des galets libres. Des griffes à côté de chaque galet empêchent le soulèvement.

À chaque extrémité du bras, des capteurs fins de courses et une butée mécanique arrêtent le mouvement de translation. Une chaîne porte câbles assure l'alimentation en énergie.

Des capteurs fins de course et un codeur linéaire permettent de retourner la position de la potence à l'automate.

Le mouvement de levage est assuré par un treuil, les câbles actionnés par quatre tambours motorisés permettent le mouvement de monte et baisse du moufle. La position du moufle sur les moteurs des tambours est retournée à l'automate par codeur rotatif incrémental et deux codeurs.

Le cheminement de chacun des câbles permet une bonne répartition des charges ainsi qu'un maintien de l'équilibre en cas de rupture d'un des câbles.

Un zonage comprenant des exclusions permet d'éviter les interférences entre les mouvements du pont de manutention des colis et la potence.

La gestion des modes dégradés de la potence vélocipède

En cas de panne sur une cinématique de la potence, celle-ci reste en position sûre. Les redondances des motorisations des cinématiques de la potence permettent de finir les mouvements.

En ultime secours, le colis de stockage est évacué de la cellule et une intervention dans la cellule est effectuée après procédure particulière de déclassement et de consignation.

4.1.4.4.7 Le palonnier des couvercles de conteneurs MA-VL ou de paniers

Le palonnier des couvercles est de type modulable, il permet la préhension des couvercles de l'ensemble des modèles de conteneurs ou de paniers. Il est connecté à la potence par l'intermédiaire du coupleur d'interchangeabilité (Figure 4-67).

Le palonnier se décompose en deux sous-ensembles : une structure métallique comprenant six avaloirs de positionnement du palonnier sur le conteneur et d'un dispositif comprenant quatre systèmes de préhension par mors. Un système d'ouverture des mors en mode dégradé complète le dispositif.

Figure 4-67 *Illustration du palonnier de préhension des couvercles de conteneurs de stockage MA-VL*

La gestion des modes dégradés du palonnier de couvercle de conteneurs MA-VL

En cas de blocage du palonnier de préhension des couvercles, celui-ci est transféré au poste de de largage afin d'actionner le carré de manœuvre avec les télémanipulateurs et un outillage électroportatif.

4.1.4.4.8 Le palonnier de levage des couvercles de conteneurs HA

Le palonnier de manutention de conteneurs HA (Figure 4-68) permet à la fois la manutention du couvercle seul, mais également du colis de stockage lorsque le couvercle a été solidarisé sur la partie basse du conteneur par soudage dans la suite du process de mise en stockage. Ce palonnier permet la préhension de l'ensemble des couvercles associés aux différents modèles de conteneurs.

Le palonnier se décompose en deux sous-ensembles :

- la tête de préhension constituée d'une pièce support, de centreurs mécaniques, de trois mors de préhension à 120°, d'un plateau d'ouverture/fermeture des mors, d'un système d'entrainement d'ouverture des mors en mode dégradé, de la partie male du dispositif de coulissement ;
- le corps de palonnier constitué : d'un tube support, de la partie inférieure du coupleur, d'une motorisation d'ouverture/fermeture des mors, d'une commande télé-opérable d'ouverture des mors en mode dégradé, de la partie femelle du dispositif de coulissement.

La conception à sécurité positive empêche mécaniquement l'ouverture des mors en situation de charge.

Figure 4-68 *Illustration du palonnier pour conteneur HA - Palonnier pour conteneur de stockage HA*

La gestion des cas dégradés du palonnier de couvercles de conteneurs HA

En cas de dysfonctionnement des moteurs, l'ensemble est transféré au poste de maintenance équipé de hublots et de bras télémanipulateurs. Les mors sont ouverts par le télémanipulateur au carré de manœuvre pour libérer le colis.

4.1.4.4.9 Le pont roulant nucléarisé pour la préparation des colis de stockage (Figure 4-69)

La cellule de préparation des colis de stockage est équipée d'un pont roulant nucléarisé ainsi qu'une grue vélocipède pour réaliser l'ensemble des opérations de manutention. Un platelage métallique permet de limiter la hauteur de manutention des colis et ainsi ne pas manutentionner les colis primaires au-dessus de leur hauteur de qualification.

Ce pont dessert toute la zone de préparation des colis de stockage.

Ce pont est similaire au pont de déchargement des colis primaires (cf. Chapitre 4.1.4.4.1 du présent volume).

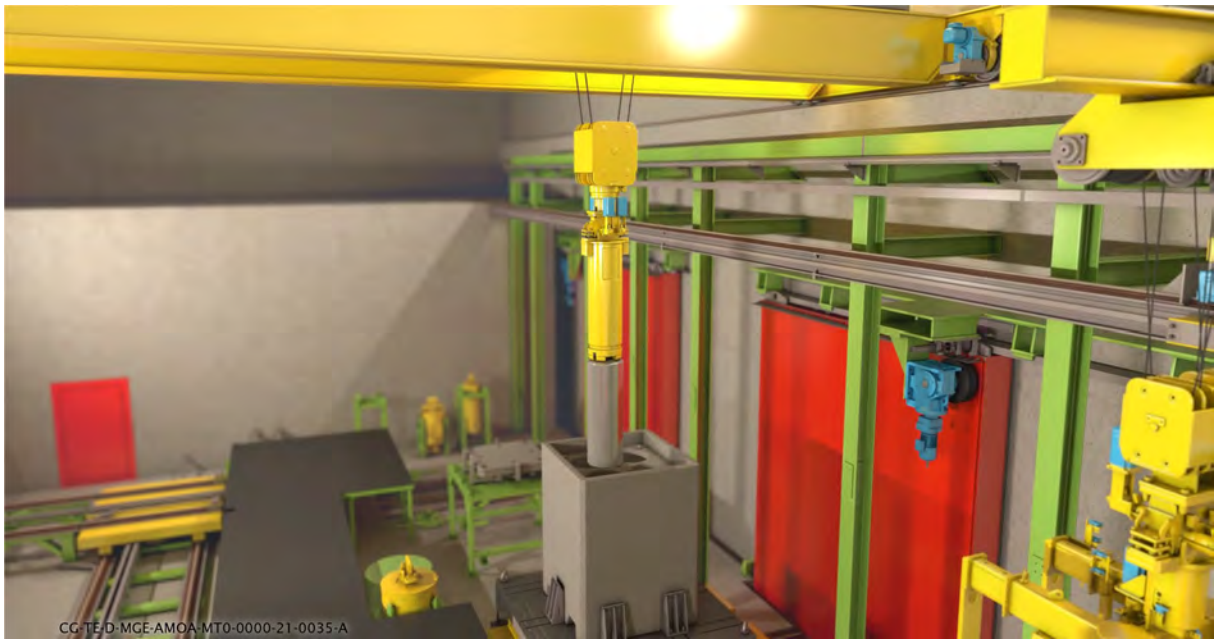


Figure 4-69 *Illustration d'une opération d'insertion d'un colis primaire MA-VL dans un conteneur de stockage*

4.1.4.4.10 Les portes coulissantes simple ou double vantail

Les portes-coulissantes simple et double vantail sont de conception identique dans l'ensemble du bâtiment nucléaire de surface (Figure 4-70). De façon générique, ces portes sont utilisées dans le process mécanique pour cloisonner les cellules entre les zones d'évolution des transbordeurs et les cellules desservies.

Leurs dimensions sont variables ainsi que leurs requis fonctionnels qui dépendent des zones dans lesquelles elles sont implantées (zonage radiologique, classe de ventilation, secteur de confinement, secteur feu).

L'exemple ci-dessous concerne les deux portes simple vantail de la filière 2 pour l'accès du chariot de transfert palette sud dans la cellule de préparation des colis de stockage. L'exemple comprend le maximum de spécifications.

Leurs caractéristiques principales sont les suivantes :

- résistance au feu : EI120Sm (joints intumescents) et requis de maintien structurel ;
- requis de confinement : étanchéité à l'air A*4 suivant NF ;
- requis de protection radiologique : équivalent béton de la cellule ;
- systèmes de détection des moteurs et coffrets électriques (incendie, température) ;
- commandes de motorisations déportées en zone arrière ;
- système de blocage automatique en cas d'obstacle.

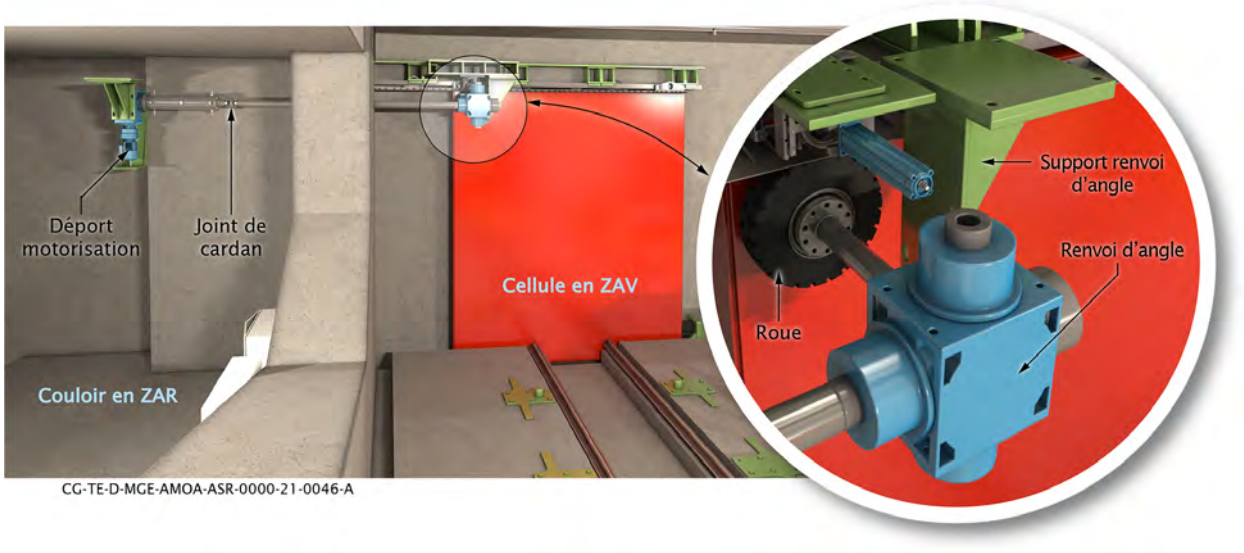


Figure 4-70 *Illustration de la porte simple process simple vantail avec motorisation déportée en zone arrière*

4.1.4.4.11 Les portes de type bouchon sur rails pour l'accès depuis la zone arrière (ZAR)

Les portes-bouchon (Figure 4-71) sont identiques dans l'ensemble du bâtiment nucléaire de surface.

Six portes de ce type sont implantées pour l'accès aux cellules de la filière 2. Les portes bouchons permettent le passage du personnel et de matériel roulant type transpalette et petite nacelle entre une zone arrière (ZAR) et une cellule déclassée. Ces portes s'ouvrent par roulement perpendiculaire au mur.

Leurs caractéristiques principales sont les suivantes :

- résistance au feu : EI120Sm (joints intumescents) ;
- requis de protection radiologique : équivalent béton de la cellule ;
- requis de confinement : étanchéité à l'air A4 suivant NF ISO 10648-2, 1994 (19) ;
- sécurités d'ouverture : un boitier de commande est présent en local. Les manœuvres à partir de ce boitier sont possibles seulement après autorisation de la supervision. Une consignation mécanique du boitier par un cadenas assure une seconde sécurité ;
- systèmes de détection des moteurs et coffrets électriques (incendie, température…) ;
- protections liées à la directive machine (blocage en cas d'obstacle, avertisseurs visuels et sonores, arrêt d'urgence, commandes de secours caillebotis antichute).

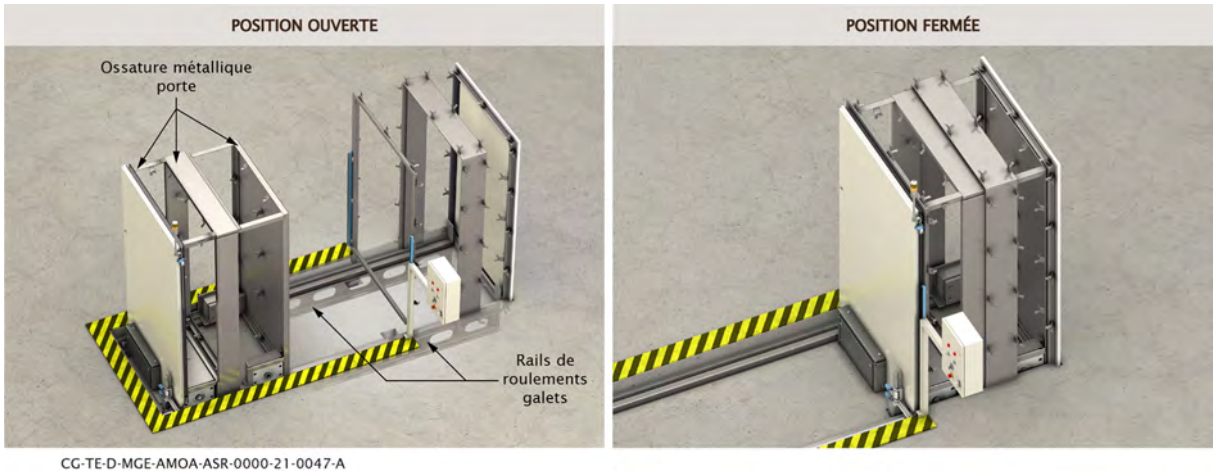


Figure 4-71 *Illustration de la porte-bouchon de la zone arrière/zone rouge*

4.1.4.5 La description du fonctionnement de la filière de déchargement des colis primaire des emballages de transport et de préparation des colis de stockage (filière 2)

Le principe de fonctionnement de la filière 2 est présentée sur la Figure 4-72.

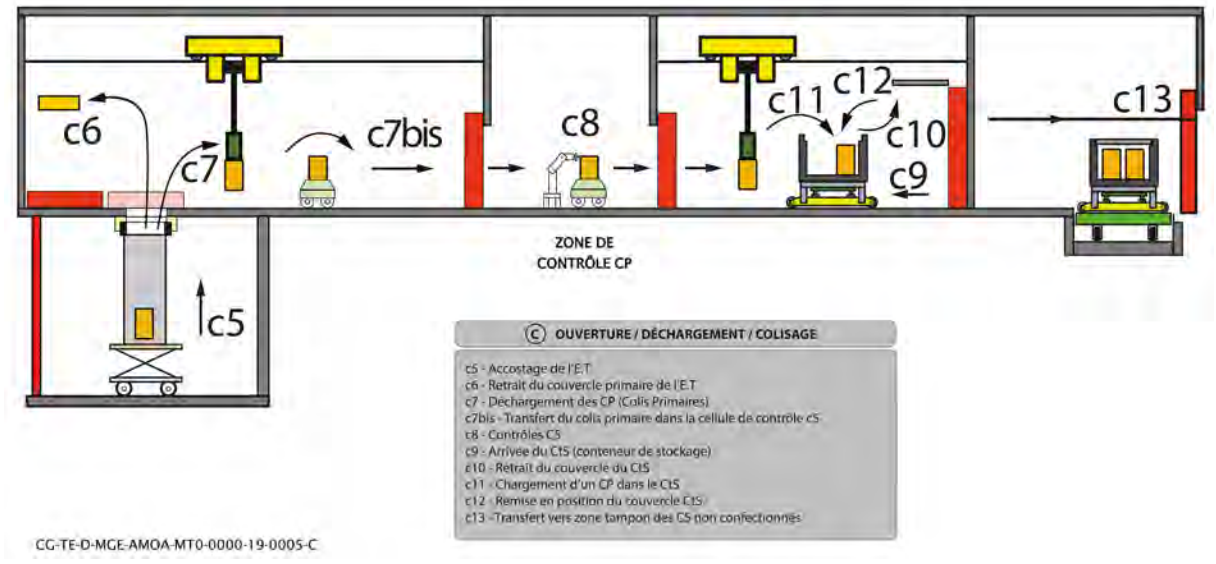


Figure 4-72 *Schéma de principe du déchargement des colis d'un emballage de transport et de préparation des colis de stockage*

Les opérations c6 à c13 mentionnées sur la figure 4-72 sont décrites dans les chapitres qui suivent. À noter que l'opération c8 concernant le contrôle des colis primaires C5 est décrite au chapitre 4.1.4.5.4 du présent volume.

4.1.4.5.1 Le retrait du couvercle de l'emballage de transport (opération c6, figure 4-72)

Dans un premier temps, les deux bouchons de la cellule sont retirés avec le pont roulant équipé d'un grappin multifonction (Figure 4-73). Celui-ci permet la manutention des bouchons mais également de la bride d'accostage. Les bouchons sont déposés sur le support de bouchons.

Après retrait des bouchons de la cellule, l'accès à la partie supérieure de la tape d'accostage est dégagé. Le grappin est déposé sur la tape d'accostage et l'action des doigts de verrouillage avec l'écrou central solidarise l'ensemble grappin et tape d'accostage.

La tape d'accostage est alors déverrouillée de la bride mobile présente sur le soufflet et est verrouillée avec la bride d'accostage (mobile) de l'emballage de transport. Ainsi l'ensemble tape d'accostage, bride d'accostage et bouchon de l'emballage (préalablement fixé à la bride d'accostage) est manutentionné par le pont pour être transféré sur le support de protection du couvercle présent en cellule de déchargement des emballages.

La fermeture de l'emballage est réalisée par l'enchainement inverse des opérations précédentes.

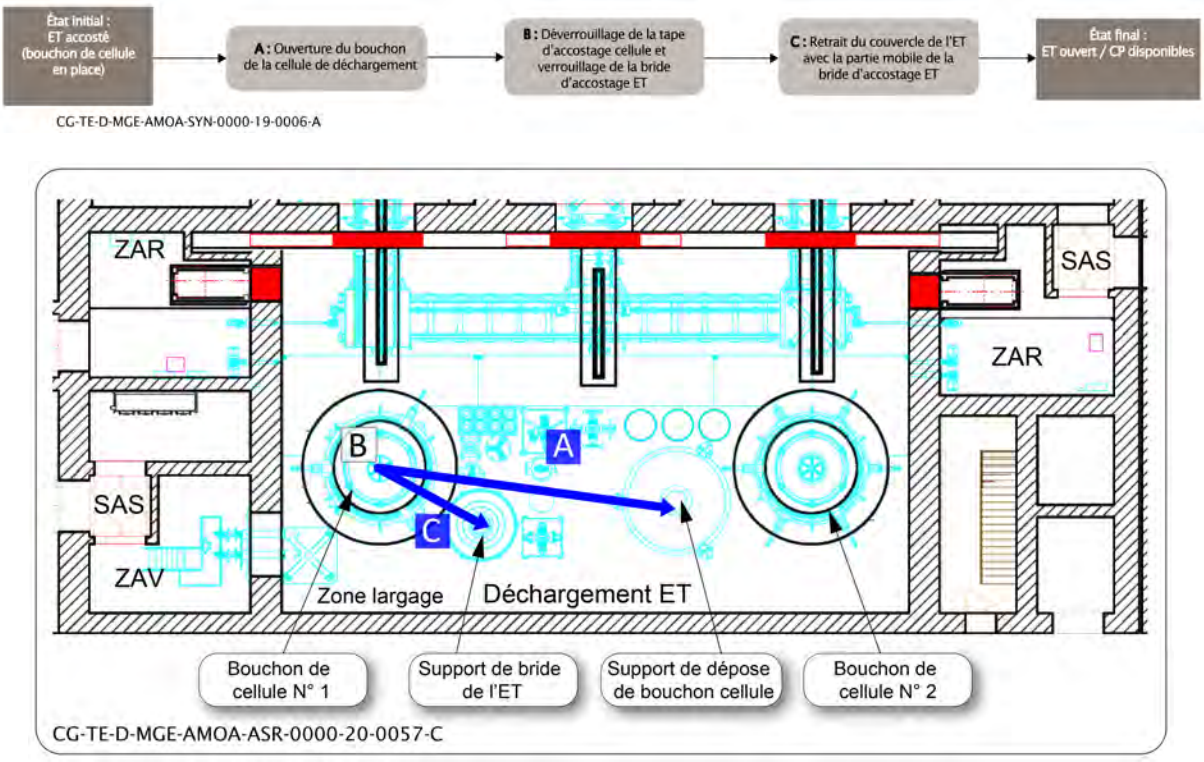


Figure 4-73 Illustration du retrait du couvercle de l'emballage de transport

4.1.4.5.2 Le déchargement de l'emballage de transport (opération c7, figure 4-72)

Le déchargement de l'emballage (Figure 4-74) est réalisé à l'aide du pont roulant équipé d'un palonnier adapté au colis primaires dont les débattements sont compatibles avec l'emballage de transport déchargé.

Le pont roulant s'aligne puis descend le palonnier au contact du colis primaire à extraire de l'emballage. Le palonnier verrouille ensuite le grappin sur le colis.

Lors du levage du colis, la charge levée par le pont est contrôlée. En cas de surcharge, indiquant un blocage du colis primaire dans l'emballage, le levage est interrompu et un passage en mode manuel est nécessaire.

Le colis primaire extrait de l'emballage est transféré par le pont au-dessus du chariot de la noria avant d'être déposé entre les drageoirs du chariot. Il est à noter que l'entreposage tampon des colis primaires n'est pas le cheminement normal. Le flux des colis primaires passe par les deux chariots en entrée en alternance. Cependant les colis primaires peuvent être temporairement entreposés dans la zone tampon si le process en aval subit une défaillance ou un retard, cela permet de libérer un emballage en fin de journée par exemple.

Si l'emballage ne peut pas être totalement vidé en fin de poste, celui-ci est refermé avec sa bride et les bouchons.

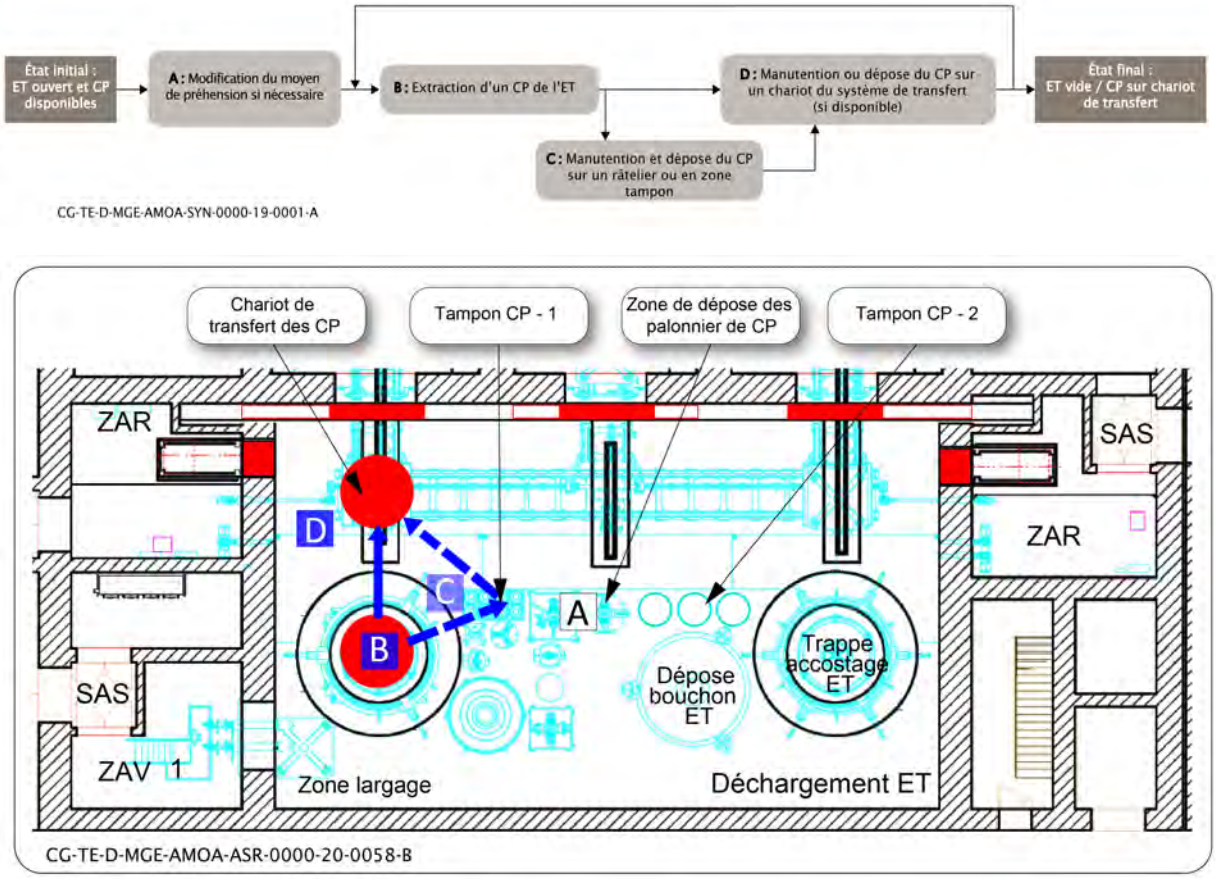


Figure 4-74 *Schématisation du process de déchargement des emballages de transport*

4.1.4.5.3 Le transfert des colis primaires en Cellule de Contrôle C5 (opération c7bis, figure 4-72)

Pour permettre le transfert du colis primaire vers le contrôle C5, la porte est ouverte et le pont levis est déployé entre les bandes de roulement (Figure 4-75). Le transfert des colis primaires dans la cellule de contrôle C5 est réalisé par système de chariot déplacé par une chaine pousseuse jusqu'à la table tournante. Les butées escamotables verrouillent l'ensemble chariot et colis primaire en position et la chaine pousseuse revient en position initiale pour le chariot suivant (le chariot ne possède pas de motorisation).

Plusieurs chariots constituent ce dispositif qui fonctionne avec des chaines tireuses/pousseuses.

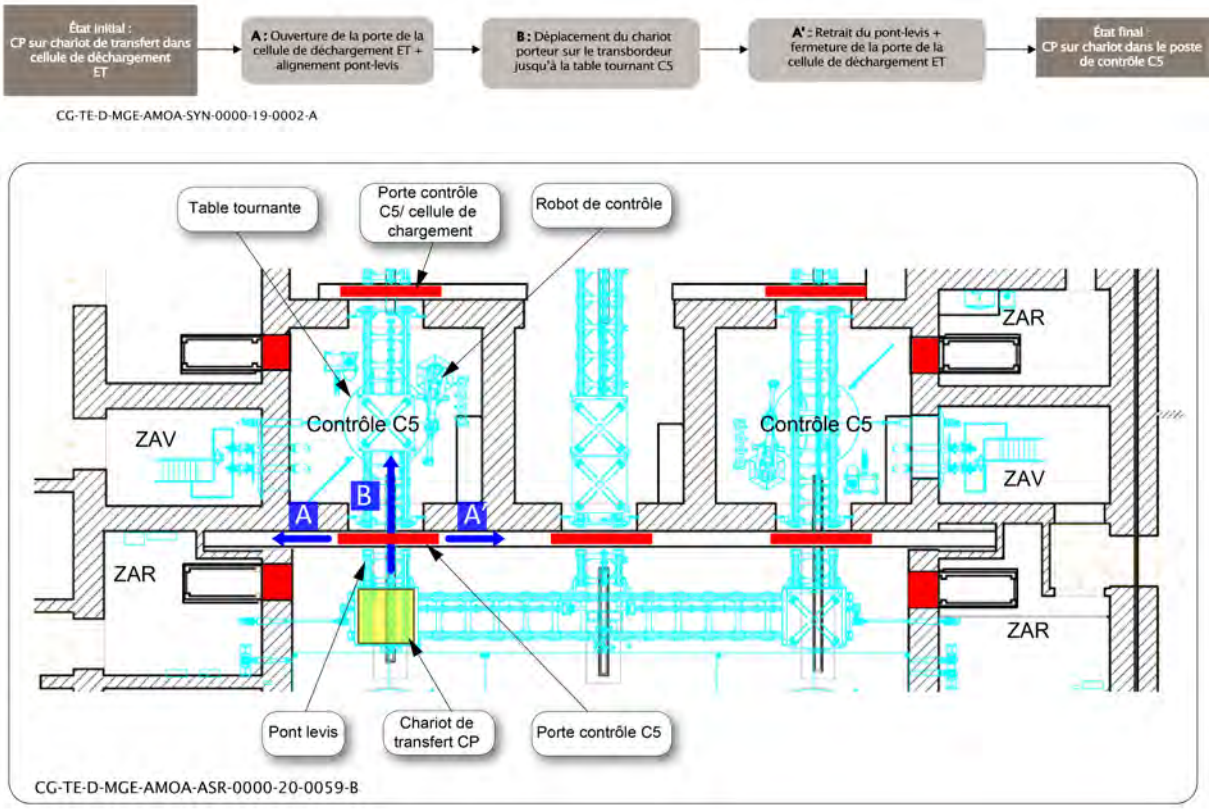


Figure 4-75 *Schéma de principe du transfert du colis primaire dans la cellule de contrôle C5*

4.1.4.5.4 Le contrôle du colis primaire (C5) (opération c8, figure 4-76)

Les opérations du contrôle du colis primaire (C5) sont illustrées sur la Figure 4-76

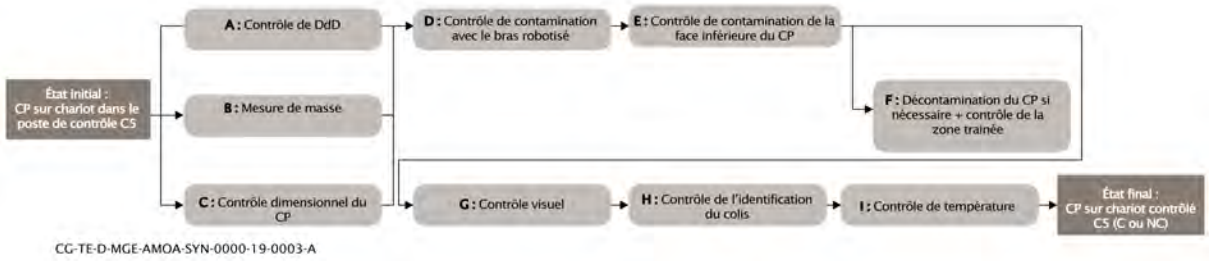


Figure 4-76 *Schéma de principe de contrôle du colis primaire (C5)*

Le contrôle C5 est réalisé sur l'ensemble des colis primaires avec la vérification de sept critères :

- le débit de dose (DeD) au contact et à un mètre ;
- la masse ;
- une vérification dimensionnelle (absence de déformation/ovalisation pouvant gêner la mise en CS) ;
- la conformité aux spécifications d'acceptation en termes de contamination surfacique (4 Bq/cm^2 en beta-gamma et alpha de faible radiotoxicité et 0,4 Bq/cm^2 en alpha) ;
- l'aspect extérieur du colis (l'opérateur vérifie l'absence d'anomalies par un contrôle à distance avec caméra) ;
- l'identification du colis (opération visuelle ou code barre suivant les cas).

Le bras robotisé réalise l'ensemble des contrôles visuels et radiologiques en utilisant un porte outil interchangeable (Figure 4-77). L'association du bras robotisé et d'une table tournante permet d'atteindre la majorité de la surface du colis. Un dispositif complémentaire permet de réaliser un contrôle de contamination et de débit de dose sur la face inférieure du colis.

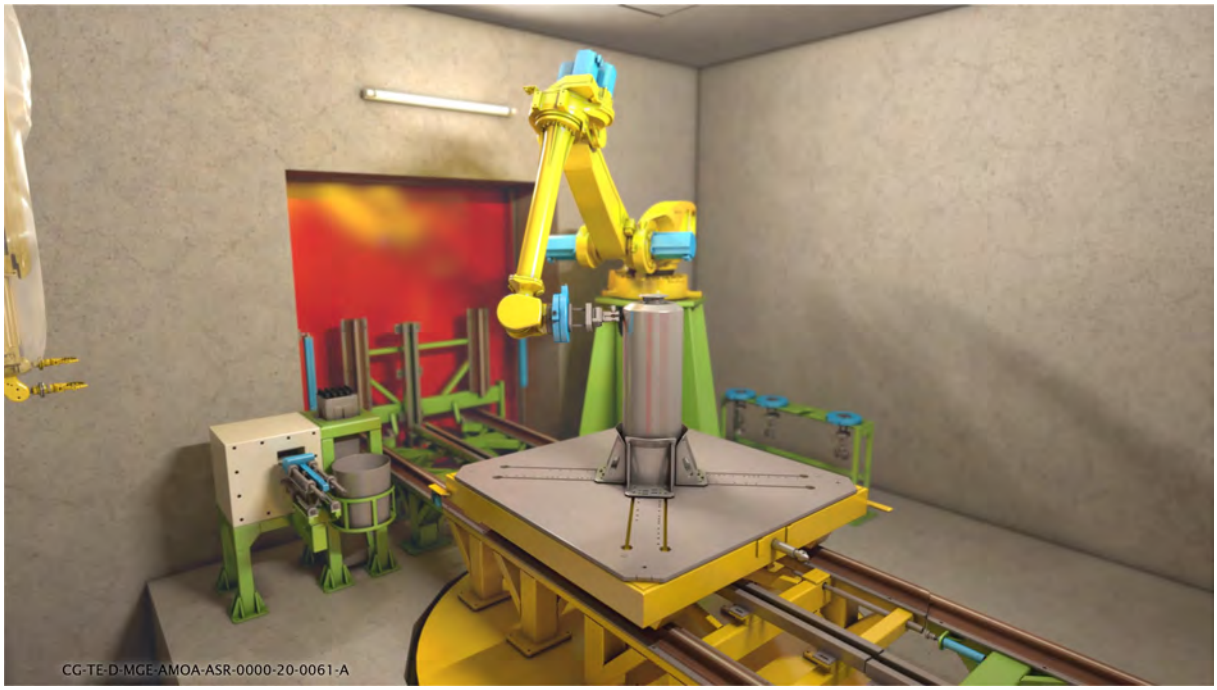


Figure 4-77 Illustration d'un contrôle de colis primaire

Le contrôle de contamination est réalisé à l'aide de frottis qui sont frictionnés sur une surface de 300 cm² sur le colis primaire. Le frottis est ensuite déposé dans une enceinte blindée permettant de déterminer l'activité surfacique du colis. En cas de non-conformité à ce contrôle, le robot réalise des décontaminations mécaniques successives (avec l'aide de frottis spécifiques). Si le résultat n'est pas conforme après contrôle, il est également possible d'utiliser les bras manipulateurs, des éponges spécifiques et des solvants, en dernier lieu le robot peut également réaliser une fixation de la contamination avec une projection de vernis sur les faces. À l'issue de ces phases, un contrôle final de conformité est à nouveau réalisé.

Le contrôle visuel du colis est réalisé en direct depuis la salle de conduite centralisée. Le robot utilise une caméra haute définition. Le système réalise des images par capture successive de 15 cm × 15 cm sur l'intégralité accessible du colis primaire, permettant de revenir sur une zone le cas échéant et à des fins d'archive. L'identification du colis primaire est réalisée lors de ce contrôle.

Une fois les contrôles finalisés, les outils reviennent en position de garage pour permettre le déplacement du colis primaire.

La gestion des colis primaires non conformes au contrôle C5

En cas de contrôle final ne respectant pas les critères d'acceptation, le colis primaire est placé en attente dans un conteneur puis dirigé vers la zone tampon des colis non-conformes pour une gestion ultérieure, avec la possibilité de réaliser des éventuels contrôles complémentaires *via* les cellules de contrôles hors flux (cf. Chapitre 4.1.13 du présent volume) (Figure 4-78).

Les solutions envisagées pour traiter ces non-conformités sont :

- la validation par dérogation des colis primaires non conformes ;
- la mise du colis primaire dans un conteneur de stockage adapté à la non-conformité ;
- un renvoi vers l'entité de production.

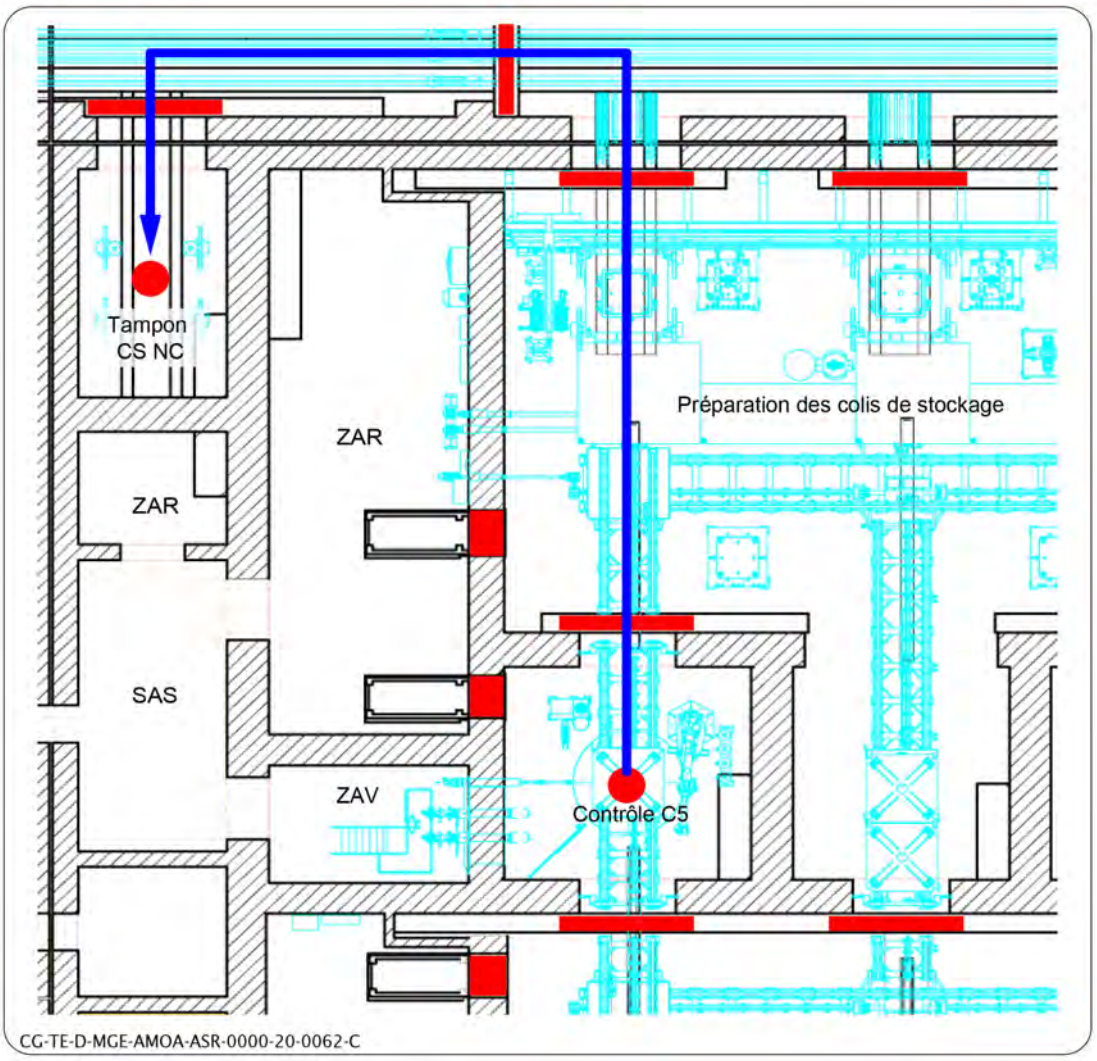


Figure 4-78 *Illustration du tampon de colis primaires ou de colis de stockage non conformes*

4.1.4.5.5 La réception d'un conteneur de stockage, panier ou plateau dans la cellule de préparation des colis de stockage (opération c9, cf. Figure 4-72)

Les conteneurs sont livrés dans le hall de préparation des fournitures.

Les différents types de fournitures (conteneurs HA/MA-VL, paniers ou plateaux) sont contrôlés puis préparés.

Les conteneurs de stockage HA peuvent passer par une étape supplémentaire de démagnétisation si nécessaire (il est prévu qu'ils soient démagnétisés sur leur lieu de production).

Les différents types de conteneurs préparés (MA-VL, paniers ou plateaux) sont ensuite placés sur la palette utilisée pour l'ensemble des transferts par le système de chariot transbordeur.

Cette palette munie d'un conteneur neuf, d'un panier ou d'un plateau en fonction des besoins est ainsi acheminé jusque dans la cellule de préparation des colis de stockage.

4.1.4.5.6 Le transfert du colis primaire depuis la cellule de contrôle C5 jusqu'à la préparation du colis de stockage

Les opérations de transfert du colis primaire depuis la cellule de contrôle C5 jusqu'à la préparation du colis de stockage sont illustrées sur la figure 4-79 et la Figure 4-80.

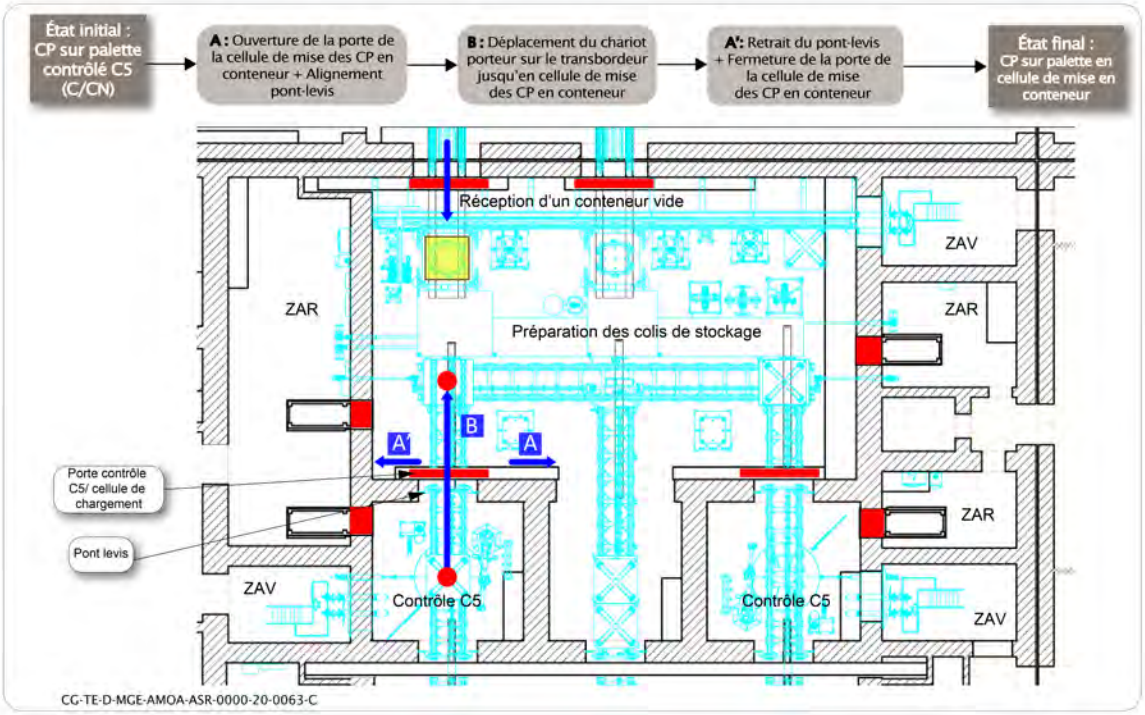


Figure 4-79 *Transfert du colis primaires vers la cellule de préparation des colis de stockage*

Pour permettre le transfert du colis primaires vers la cellule de préparation des colis de stockage, la porte est ouverte et le pont levis est déployé entre les bandes de roulement.

Cette cellule a également la possibilité de charger les colis primaires dans des supports destinés au stockage direct tels que des paniers métalliques ou des plateaux récupérables.

La chaine tireuse est déployée jusqu'au barreau permettant l'entrainement du chariot. Le pont levis est ensuite relevé pour permettre la fermeture des portes de la cellule de contrôle C5.

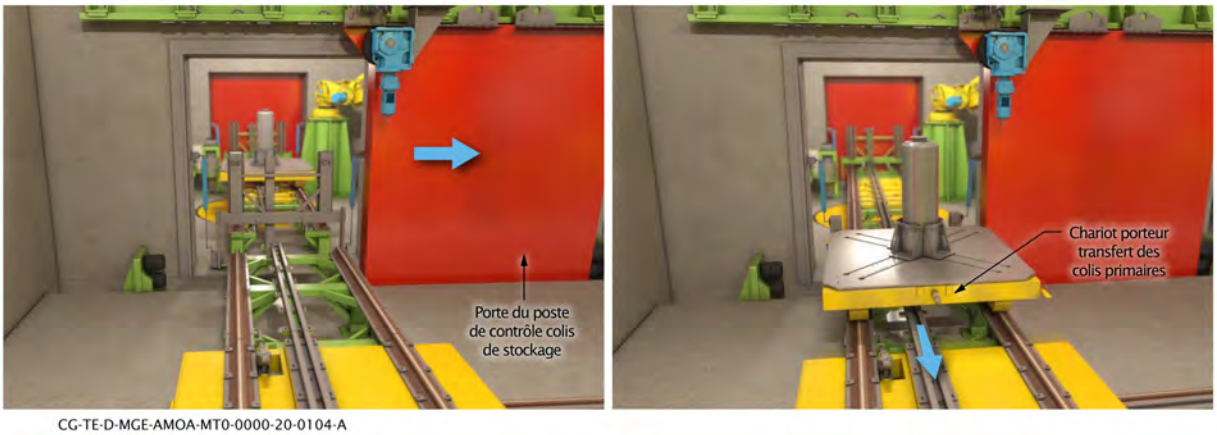


Figure 4-80 *Illustration d'un transfert de colis primaire dans la cellule de préparation des colis de stockage*

4.1.4.5.7 Le retrait du couvercle du conteneur ou du panier (opération c11, figure 4-72)

Les opérations de retrait du couvercle du conteneur ou du panier sont illustrées sur la Figure 4-81.

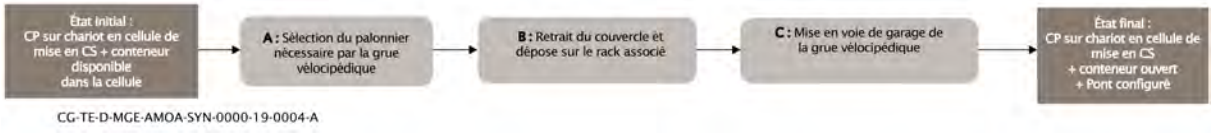


Figure 4-81 *schéma de principe des opérations de retrait du couvercle du conteneur ou du panier*

La première étape pour la préparation des colis de stockage est le retrait du couvercle du conteneur (ou du panier pour le stockage direct) réceptionné. Une grue vélocipède est présente dans la cellule pour réaliser cette opération. Celle-ci est équipée du même système de couplage que les ponts roulants, permettant ainsi une adaptation du moyen de préhension en fonction du conteneur de stockage utilisé. Après préhension, le couvercle est déposé dans la zone dédiée puis la grue vélocipède retourne en voie de garage.

4.1.4.5.8 Le chargement du colis primaire dans un conteneur de stockage ou un panier et repose couvercle (opération c11/c12, figure 4-72)

Pour certains colis éligibles au stockage direct, les colis primaires peuvent être placés en paniers métalliques en lieu et place des conteneurs de stockage en béton. Les opérations de chargement de colis primaires en panier se font de la même façon que celles détaillées sur la Figure 4-82.

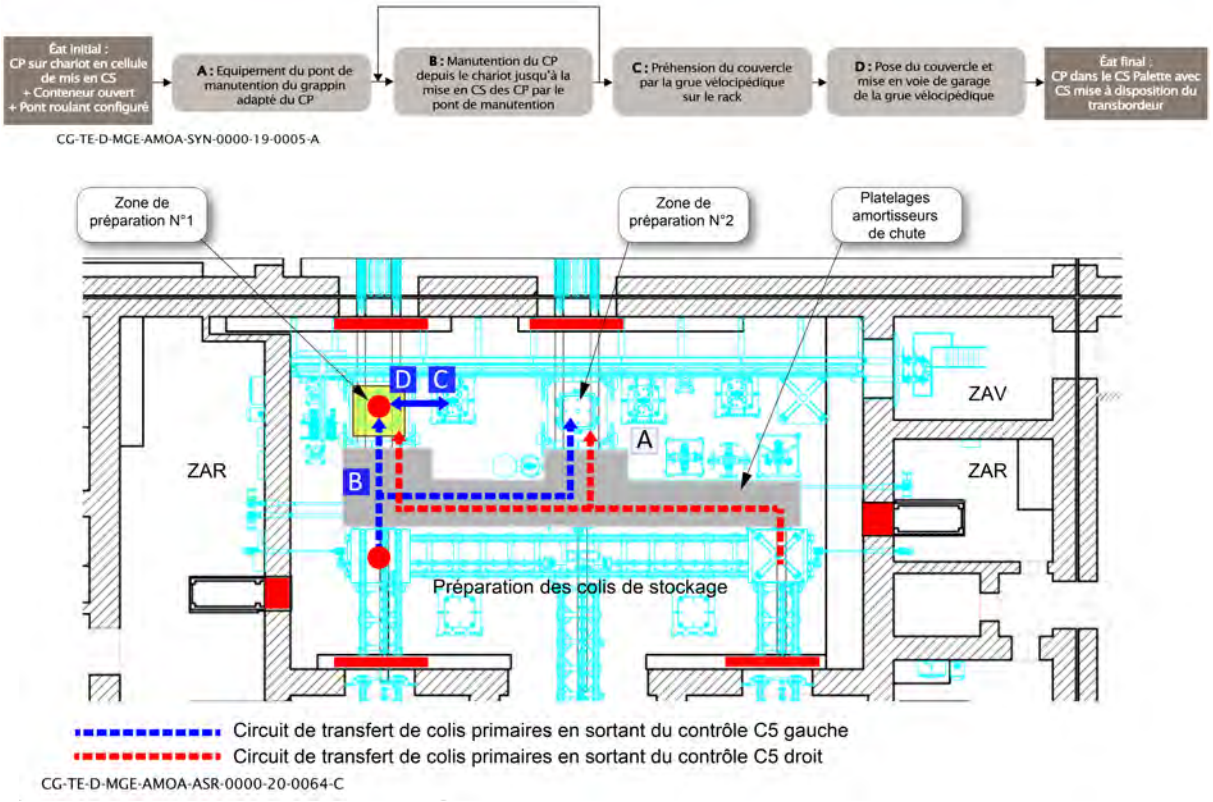


Figure 4-82 *Schéma de principe de préparation des colis de stockage (colis primaires dans les conteneurs de stockage, paniers ou plateaux de transfert)*

Le pont saisit le palonnier adapté à l'aide du coupleur puis réalise le transfert du colis primaire depuis le chariot de la noria jusqu'au conteneur ou panier de stockage.

Lors de cette phase de levage du colis primaire pour la préparation du colis de stockage, le colis est soulevé à une faible hauteur jusqu'au conteneur ou au panier. Un dispositif d'amortisseur de chute est localisé sous la trajectoire en cas de lâcher afin de minimiser les conséquences (Figure 4-83).

Le pont peut réaliser plusieurs transferts successifs de colis primaires pour remplir le conteneur ou le panier de stockage suivant le type de déchet et de conteneur/panier associé.

Le couvercle est remis sur le conteneur ou panier par la grue vélocipède avec les mêmes moyens que lors du retrait.

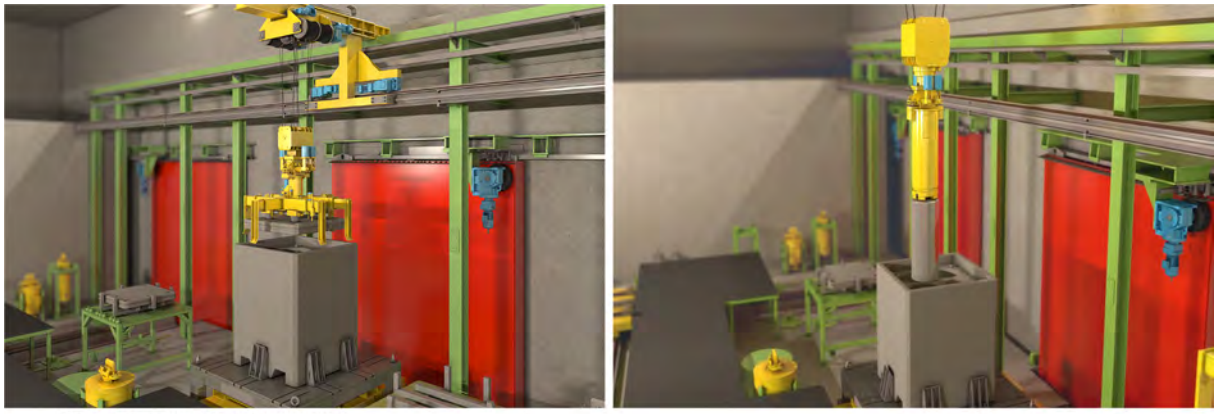


Figure 4-83 *Illustration de la préparation d'un colis de stockage (colis primaire mis en conteneur de stockage)*

Le cas du chargement de colis primaires sur plateau

D'autres types de colis primaires destinés à aller en stockage direct ne nécessitent ni conteneur, ni panier. Dans ce cas, le colis primaire constitue lui-même le colis de stockage. Il est chargé sur une palette standardisée avec un plateau permettant la manutention automatisée du colis. Dans ce cas, le pont réalise le transfert du colis jusqu'au plateau présent sur la palette.

La particularité du plateau qui ne sert qu'à la manutention de certain colis en stockage direct, est qu'il est récupéré à l'issue de la mise en stockage du colis, remonté en surface dans la hotte de manutention pour être réutilisé pour d'autres colis.

4.1.4.5.9 Le transfert des colis de stockage préparés (opération c13, figure 4-72)

Lorsque le couvercle a été posé sur le conteneur de stockage (ou sur le panier), celui-ci est considéré préparé. Les opérations restant à réaliser sont décrites dans les chapitres à venir. Pour les colis de stockage en conteneur ou en panier, elles comprennent le vissage du couvercle ainsi que la possibilité de réaliser le clavage du couvercle avec un liant hydraulique, l'ensemble étant suivi d'un contrôle qualité final. Pour les colis primaires HA, elles comprennent les opérations du cycle de soudage du couvercle sur le conteneur et le contrôle qualité associé.

Afin d'effectuer ces dernières opérations, le colis de stockage préparé est transféré soit :

- vers la cellule de fermeture du colis de stockage (filière F3) si celle-ci n'est pas occupée, sinon il est transféré en zone tampon principale des colis de stockage ;
- vers la zone de contrôles hors flux pour réaliser des contrôles complémentaires sur les colis primaires.

4.1.4.5.10 Le retour des chariots par la noria

Ce chapitre décrit la boucle de retour des chariots vides vers les cellules localisées en amont du process (Figure 4-84).

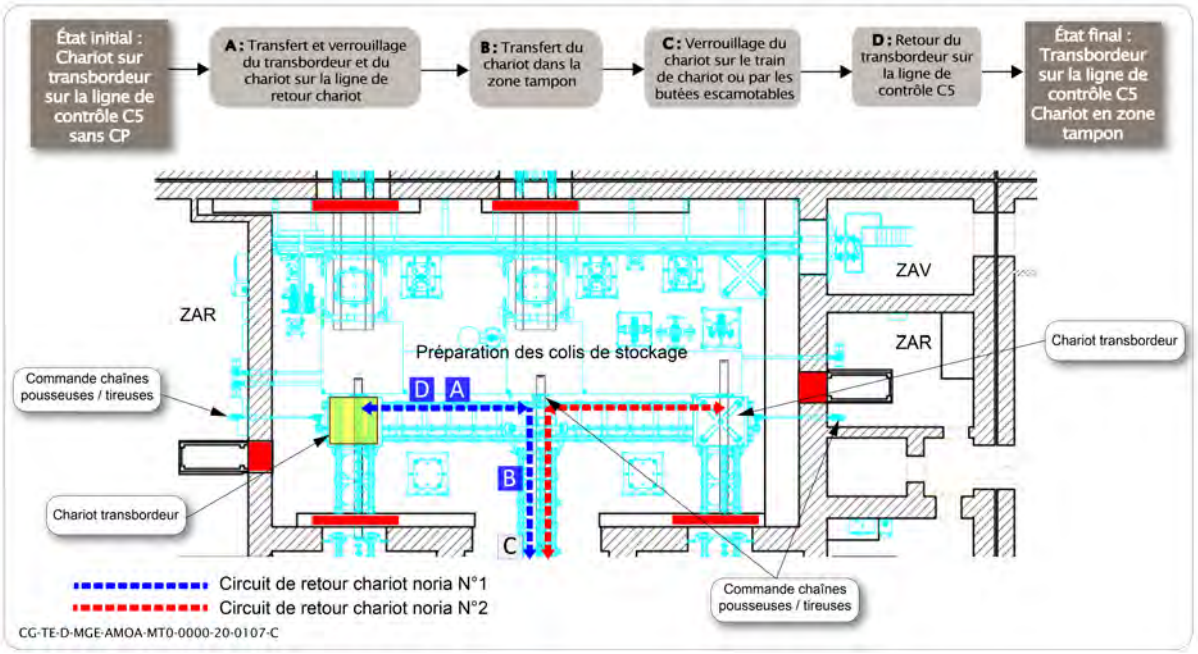


Figure 4-84 *Schéma de principe du retour des chariots par la noria - Retour des chariots par la noria*

Le système de transfert des colis fonctionne selon un principe de noria (Figure 4-85), au moyen d'un ensemble de chariots porteurs de colis circulant sur deux boucles. La boucle alimente le contrôle C5 n° 1 et le premier poste de reprise des colis primaires pour préparation des colis de stockage, la boucle ouest alimente le contrôle C5 n° 2 ainsi que le second poste de reprise des colis primaires. L'artère centrale de retour des chariots est commune aux deux boucles, elle sert de zone tampon pour les chariots en attente.

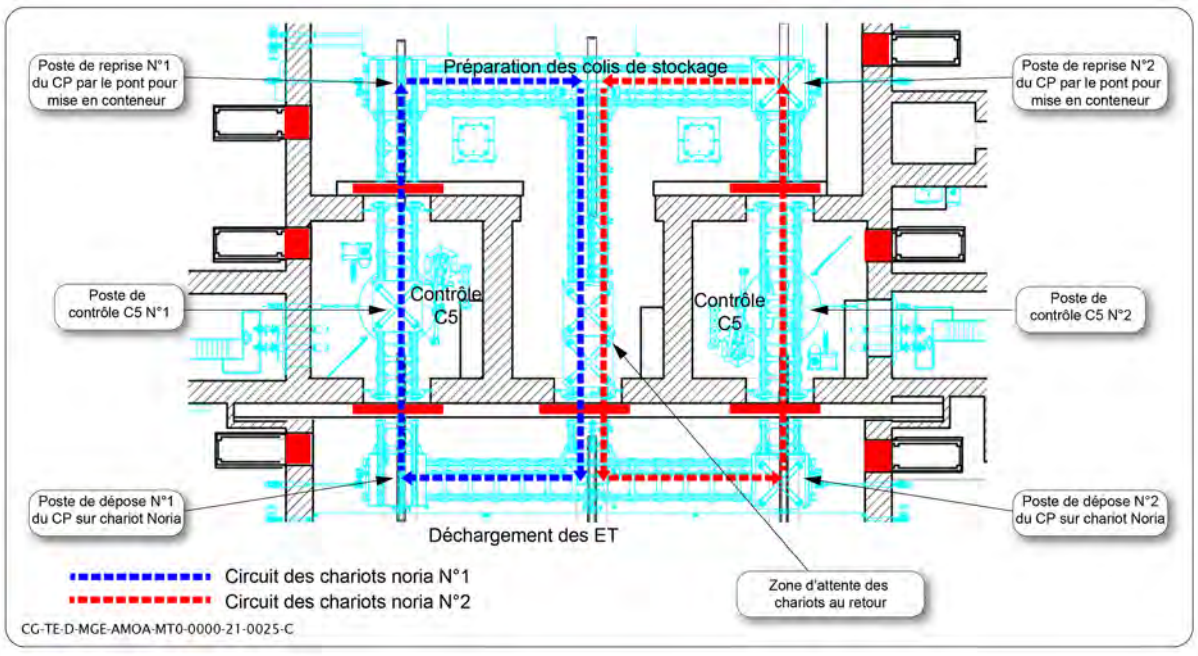


Figure 4-85 *Illustration des circuits des chariots par la noria*

L'ensemble est composé de cinq chariots porteurs et de quatre plateaux transbordeurs, lesquels assurent les déplacements latéraux des chariots porteurs montés sur des rails et se déplaçant au sein des différentes cellules de la filière de déchargement à l'aide d'un réseau de 10 chaînes pousseuses ou tireuses.

À la suite du déchargement, le chariot est déplacé en zone d'attente des chariots au retour. Après vérification du verrouillage du transbordeur opposé, l'ensemble chariot et transbordeur circule par action de la chaine pousseuse jusqu'au poste central de la cellule. Le chariot est ensuite transféré par chaine pousseuse au contact des chariots déjà présents (ou au contact de la butée escamotable) localisée près de la porte d'accès à la zone de déchargement de l'emballage de transport :

- si un chariot est seul dans la zone d'attente des chariots au retour (cf. Figure 4-86), la butée escamotable coté cellule de préparation des colis de stockage maintient le chariot en place ;
- si la zone est déjà occupée, le chariot en transfert s'arrime au précédent chariot présent dans la zone pour former un train de chariot.

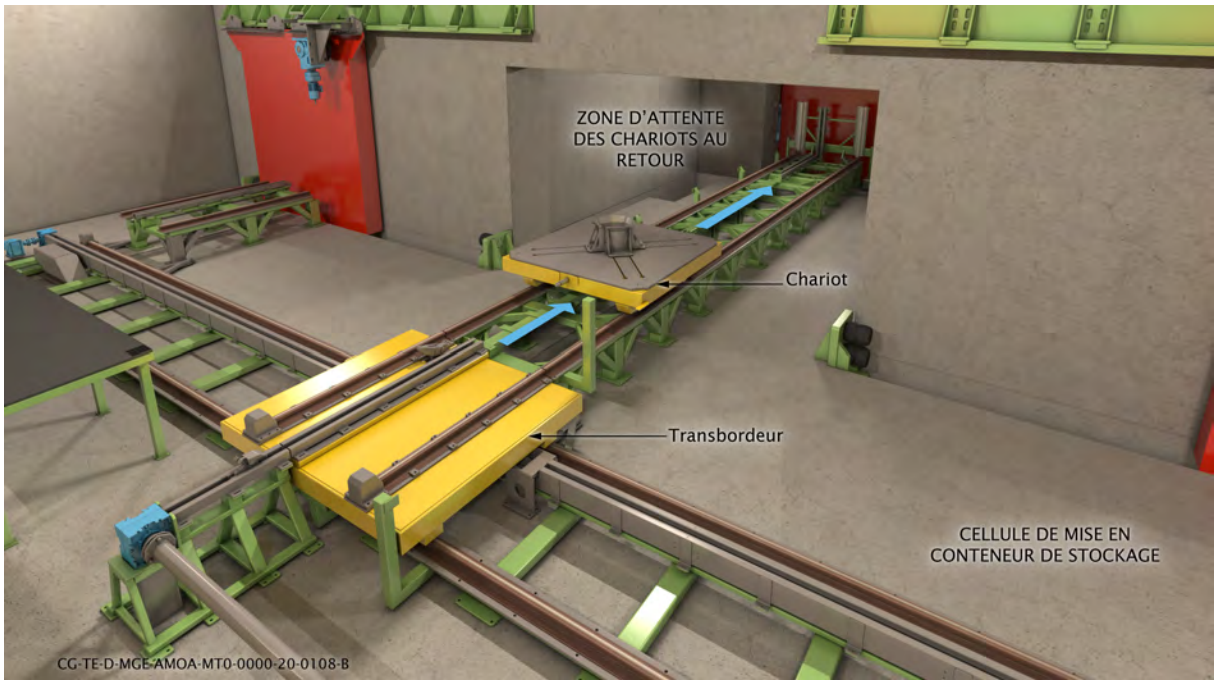


Figure 4-86 Illustration de la zone d'attente des chariots au retour

4.1.4.5.11 Le fonctionnement de l'alimentation des chariots depuis la zone d'attente des chariots au retour (figure 4-87 ; figure 4-88)

Le transbordeur se déplace face à la porte de la zone d'attente des chariots au retour puis est verrouillé, la porte est ouverte et le pont levis est abaissé.

La chaîne tireuse se déploie jusqu'à arrimer le train de chariot. Les butées escamotables sont ensuite rétractées permettant le déplacement du ou des chariots présents dans la zone de retour des chariots. La chaine tireuse tracte le train de chariot jusqu'au second chariot (si présent) sur la première position. Le premier chariot est ensuite détaché du train et les autres chariots sont maintenus en place par la sortie des butées escamotables.

La fin du transfert est réalisée par la chaine tireuse avec un seul chariot puis la porte et le pont levis peuvent revenir en position initiale.

Le transbordeur et le chariot sont ensuite déplacés par la chaine pousseuse/tireuse jusqu'à alignement avec la ligne de contrôle C5.

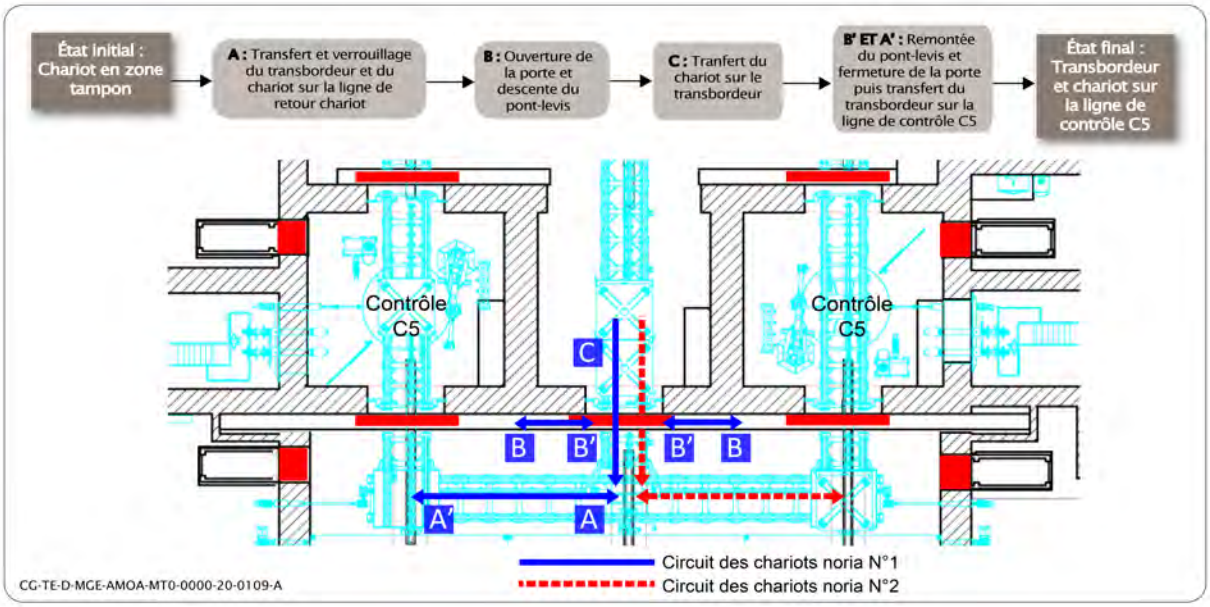


Figure 4-87 *Schéma de principe d'alimentation de la ligne de contrôle C5 en chariot de transfert de colis primaire*

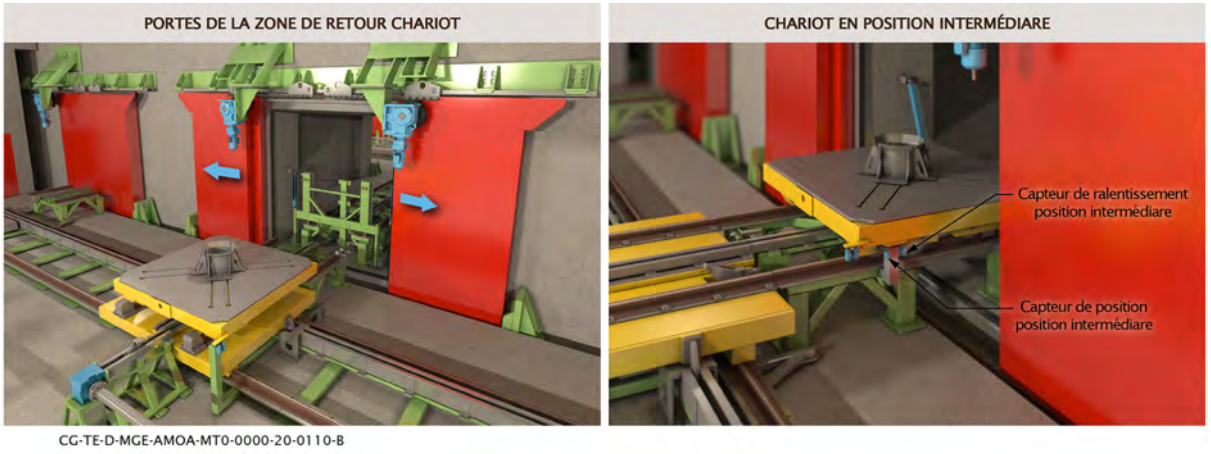


Figure 4-88 *Illustration de l'alimentation d'un chariot depuis la zone de retour des chariots*

4.1.4.6 Le pilotage de la zone de déchargement des emballages de transport et de préparation des colis de stockage et principes d'exploitation

4.1.4.6.1 Le pilotage de la zone

Les opérations sont réalisées depuis un poste de commande distant localisé en salle de conduite centralisée (SCC). Les cycles automatiques sont enclenchés par les opérateurs qui valident le processus à certaines étapes clés du process.

Quatre zones avant, numérotées d'un à quatre (cf. Figure 4-89, figure 4-90 et figure 4-91) disposent de postes de conduites locaux (PCL) permettant d'effectuer des actions de maintenance sur place en vision directe au travers de hublots de radioprotection. Par ailleurs les zones avant (ZAV) sont équipées de traversées pour bras télémanipulateurs. Les zones avant n°1 et n°4 en disposent en permanence afin de procéder aux reconfigurations d'outillages lors des changements de campagnes, les zones avant n°2 et n°3 peuvent en être équipés en cas de besoin :

- zone avant n° 1 :

  Possibilité de pilotage des équipements situés au niveau de la cellule de déchargement des emballages de transport par pupitre de commande locale des équipements suivants :

  - ✓ le pont roulant nucléarisé CMU 20 tonnes de déchargement des emballages ;
  - ✓ le système de transfert des colis primaires (chaines pousseuses, chariot-porteur, etc.) ;
  - ✓ les portes coulissantes et portes bouchon ;
  - ✓ la porte pivotante d'accès de la zone arrière matériel au niveau +6 m du bâtiment.

Un arrêt d'urgence présent dans chaque zone avant de cellule (ZAV) permet d'arrêter l'ensemble des équipements listés ci-dessus.

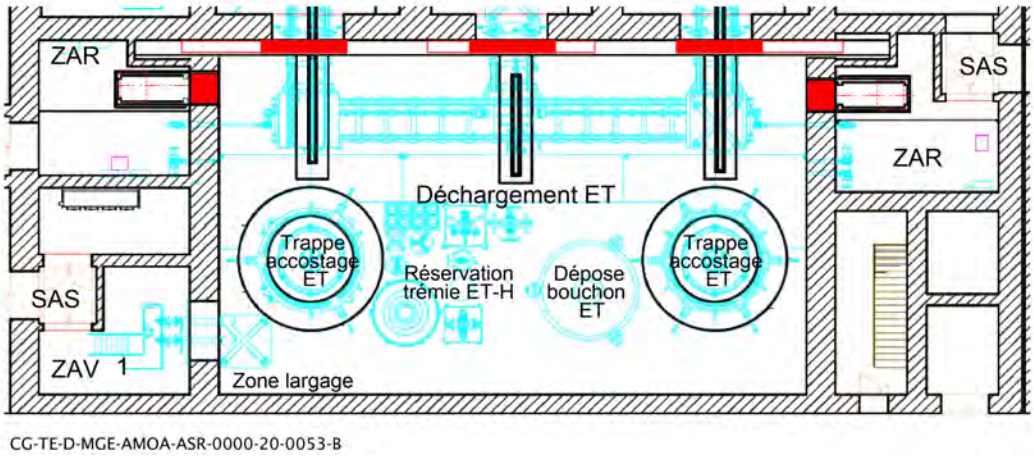


Figure 4-89 *Illustration de la zone avant n° 1 (ZAV1) de la zone de déchargement des emballages de transport*

- zones avant n° 2 et n° 3 :

  Possibilité de pilotage des équipements situés au niveau des cellules de contrôle des colis primaires C5 par poste de conduite locaux des équipements suivants :

  - ✓ les équipements de contrôle C5, (C5 ouest pour la zone avant n° 2 et du contrôle C5 est pour la zone avant n° 3) ;
  - ✓ les équipements de décontamination C5, (C5 ouest pour la zone avant n° 2 et du contrôle C5 est pour la zone avant n° 3) ;
  - ✓ le bouchon du contrôle C5 (C5 ouest pour la zone avant n° 2 et du contrôle C5 est pour la zone avant n° 3).

  Un arrêt d'urgence présent dans chaque zone avant permet d'arrêter l'ensemble des équipements listés.

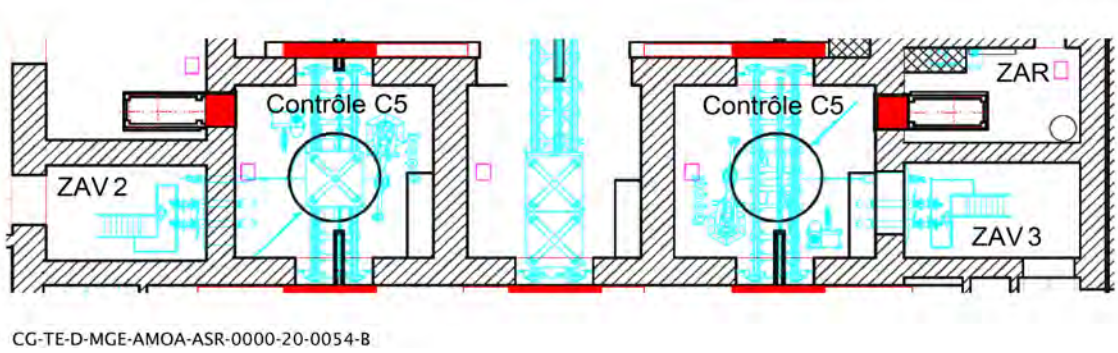


Figure 4-90 *Illustration des zones avant n° 2 et n° 3 de la zone de déchargement des emballages de transport*

- zone avant n° 4 :

  Possibilité de pilotage des équipements situés au niveau de la cellule de préparation des colis de stockage par poste de conduite local des équipements suivants :

  - ✓ la porte pivotante d'accès en zone arrière matériel, au niveau +6 m du bâtiment (ZAR pont) ;
  - ✓ le pont roulant nucléarisé CMU 20 tonnes de préparation des colis de stockage ;
  - ✓ la grue vélocipède de levage du couvercle de conteneur ou panier ;
  - ✓ les quatre portes coulissantes simple vantail ;
  - ✓ les deux portes bouchon donnant sur les zones arrière (ZAR).

La figure 4-91 illustre la zone avant n° 4 (ZAV4) qui permet de contrôler l'ensemble des équipements situés dans cette zone de process :

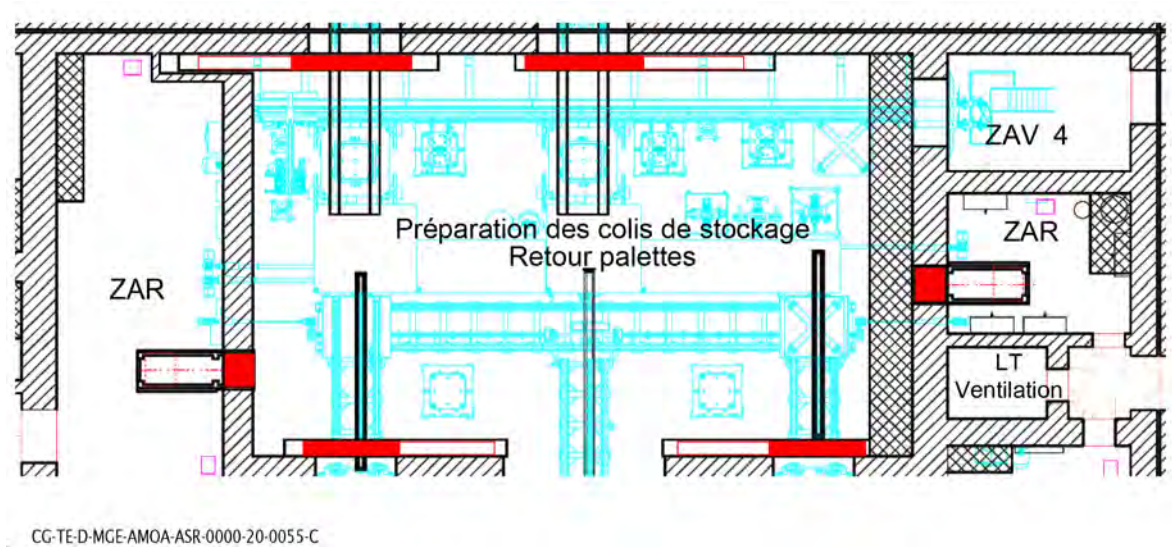


Figure 4-91 *Illustration de la zone avant n° 4 (ZAV4) de la zone de préparation des colis de stockage*

4.1.4.6.2 Les principes d'exploitation

Les principes communs d'exploitation définis pour les trois parties de la zone considérée (déchargement des emballages de transport, contrôles et préparation des colis de stockage) sont les suivantes :

- les portes d'accès en zone rouge (zone arrière de cellule et zone arrière pont) sont fermées, verrouillées et consignées en présence d'un colis ;
- une opération non interruptible ne peut démarrer que si elle peut être terminée avant la fin de la période de production ;
- en cas de détection de contamination atmosphérique dans une cellule, celle-ci est maintenue confinée (en dynamique et en statique) ;
- les portes process (pour chariot de noria et chariot de transbordeur) sont fermées ;
- les portes de type batardeau des zones arrière de pont sont normalement fermées, verrouillées et consignées (consignation électrique du batardeau + cadenassage du boitier de commande de ce batardeau) ;
- toute manutention de colis dans la zone : cellule de déchargement/contrôle C5/cellule de préparation des colis (classement en C4**) n'est possible que si les portes donnant vers la zone tampon (classement en C2) sont fermées.

Les principes d'exploitation pour le déchargement des emballages de transport sont les suivants :

- l'ouverture d'un emballage est possible si :
  - ✓ la zone est exempte de tout colis primaire ;
  - ✓ le chariot maintenant l'emballage au niveau -11 m n'est pas alimenté électriquement ;
  - ✓ les blocages antisismiques de l'emballage au niveau -11 m sont déployés ;
  - ✓ la porte de la zone d'accostage du niveau -11 m est fermée ;
  - ✓ l'emballage est correctement accosté à l'interface d'accostage (report correct de tous les capteurs) ;
- les emballages contenant des colis primaires doivent être refermés à la fin de l'exploitation journalière ;
- pour ouvrir un emballage, *a minima* la moitié des conteneurs ou paniers nécessaires au déchargement complet de l'emballage doivent être disponibles (configurés) ;
- un colis primaire manutentionné au pont ne peut survoler des colis primaires présents en zone tampon de la cellule de déchargement des emballages ;
- la zone tampon des colis primaires en cellule de déchargement n'est pas utilisable pour les colis sensibles à l'élévation de température.

Les principes d'exploitation définis pour le contrôle C5 sont les suivants :

- les deux portes de la zone de contrôle C5 sont fermées pendant le contrôle ;
- les deux portes de la zone de contrôle C5 ne peuvent être ouvertes en simultané.

Les principes d'exploitation définis pour la cellule de préparation des colis de stockage sont les suivants :

- lors de la phase de chargement des colis primaires en conteneurs ou en paniers, le survol de colis primaires chargés dans un conteneur ou un panier est interdit ;
- lorsqu'un colis primaire est manutentionné au pont en cellule de préparation pour le placer dans un conteneur ou un panier, toutes les portes d'accès donnant sur le couloir transbordeur doivent être fermées et le rester jusqu'au retour du pont en arrière hors de la zone de chargement ;
- si une des deux portes d'accès au couloir transbordeur est ouverte sur la cellule de préparation des colis de stockage, il est impossible d'ouvrir les portes localisées au nord du contrôle C5 ainsi que la porte de la zone de retour chariots ;
- le pont de la cellule de préparation des colis de stockage doit être localisé en arrière, hors de la zone de chargement pour permettre l'ouverture d'une des deux portes du contrôle C5 ;
- le survol d'un chariot de transfert palette est interdit (la manutention au pont n'est possible que lorsque le chariot est sorti de la cellule) et la zone correspondant au couloir de circulation du chariot transfert palette est interdite de survol ;
- un chariot venant de la zone tampon principale des colis de stockage HA/MA-VL ne peut accéder à la cellule si un ou plusieurs colis de déchets bitumés sont présents dans la cellule en dehors d'un colis de stockage préparé (couvercle posé).

4.1.5 L'approvisionnement des conteneurs, paniers et plateaux

4.1.5.1 La localisation de la zone de réception et préparation des fournitures (conteneurs, paniers et plateaux) (Figure 4-92)

Cette zone fait partie de la filière deux est liée au déchargement des colis primaires, sa fonction est d'approvisionner les fournitures qui permettent la préparation des colis de stockage. Au sud de la zone, le hall de réception des fournitures est embranché au terminal ferroviaire.

Un local permet ensuite de les entreposer. Un local est ensuite utilisé pour les diverses opérations de préparation et de configuration de ces fournitures.

Figure 4-92 *Illustration de la localisation de la zone de réception et de préparation des conteneurs de stockage*

4.1.5.2 Les fonctionnalités de la zone de réception et préparation des fournitures

Les fonctions principales sont :

- la réception et le déchargement des fournitures permettant la constitution des différents types de colis de stockage : les conteneurs HA et MA-VL neufs, les paniers de stockage, les plateaux pour les colis en stockage direct ;
- le contrôle et l'entreposage des conteneurs de stockage (CtS), des paniers et des plateaux qui ne sont pas en circulation dans l'installation ;
- la démagnétisation des conteneurs de stockage HA ;
- la configuration des palettes pour les différents types des conteneurs de stockage, paniers ou plateaux ;
- l'alimentation du process en conteneurs de stockage, paniers ou plateaux.

4.1.5.3 Les caractéristiques techniques de la zone

Les caractéristiques techniques de la zone sont précisées sur le Tableau 4-10 et la Figure 4-93.

Tableau 4-10 Caractéristiques techniques de la zone de réception des fournitures

Type de local	Classe de confinement	Zonage radiologique
Hall de réception des fournitures (CtS, palettes, paniers, plateaux...)	NC	Non règlementée
Couloir de circulation	NC	Zone surveillée bleue
Hall d'entreposage des fournitures	C1	Zone surveillée bleue
Hall de préparation	C1	Zone surveillée bleue
Sas entrés des palettes	C2	Zone contrôlée verte (porte donnant sur couloir procédé fermée) ou rouge (porte donnant sur couloir procédé ouverte)
Sas retour des palettes	C1	Zone contrôlée verte (porte donnant sur couloir procédé fermée) ou rouge (porte donnant sur couloir procédé ouverte)
ZAR entrée et retour palettes	C1	Zone contrôlée verte
Atelier et magasin palettes	NC	Zone surveillée bleue
Zone nord du local (adjacente aux sas entrée et retour palette et ZAR associée)	C1	Zone contrôlée verte

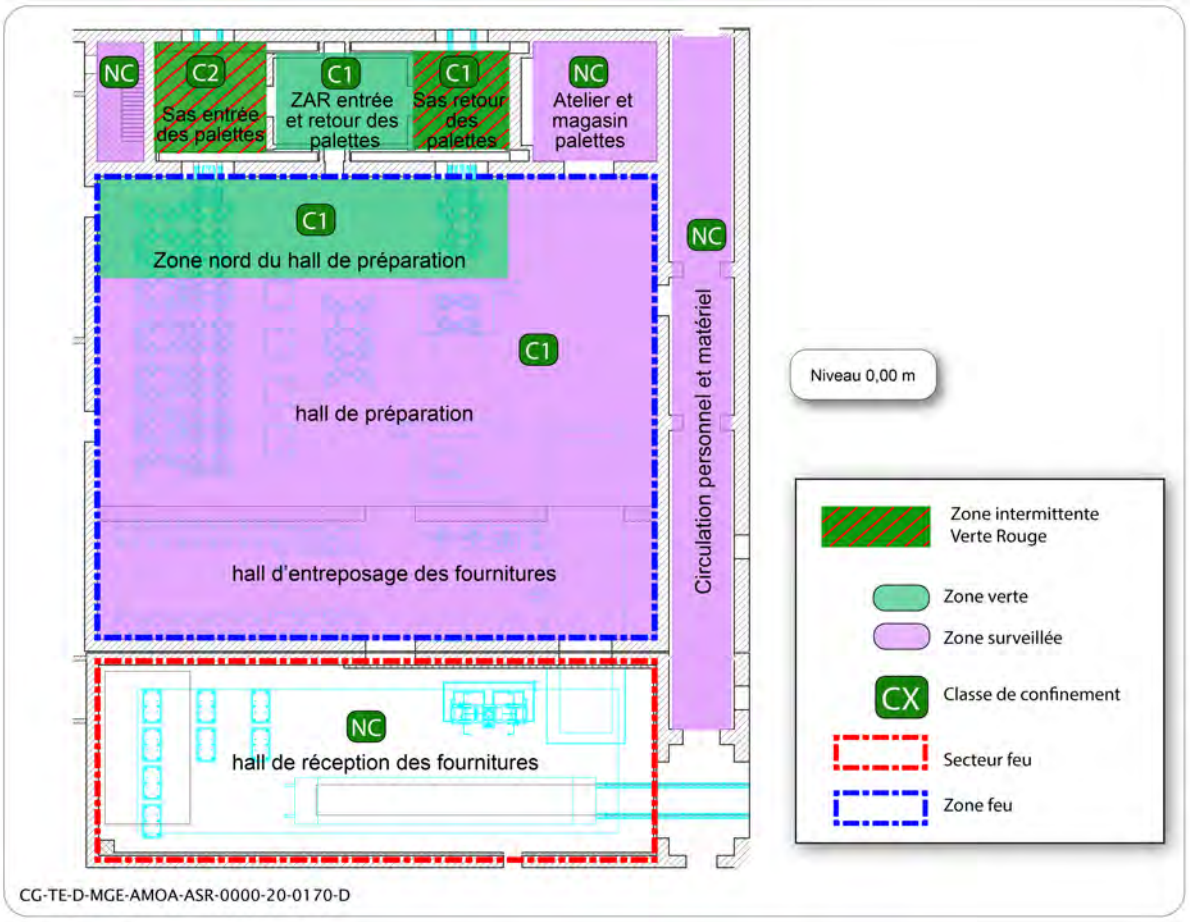


Figure 4-93 *Caractéristiques techniques des locaux de la zone de réception et préparation des fournitures*

4.1.5.4 La description des équipements de la zone de réception et de préparation des fournitures

La zone comprend les locaux qui permettent la réception des fournitures, la préparation et la configuration des palettes, l'introduction des conteneurs, paniers et plateaux dans le process suivant les typologies de colis primaires réceptionnés (cf. Figure 4-94). Les équipements principaux suivants sont nécessaires à la réalisation de ces fonctions :

- un pont standard de 20 tonnes pour le déchargement des fournitures (repère N° 1) ;
- une porte simple vantail coulissante (repère N° 2) ;
- un convoyeur de transfert des fournitures (repère N° 3) ;
- un pont standard de 20 tonnes pour les transferts des fournitures en zone de préparation (repère N° 4) ;
- quatre portes simple vantail (repère N° 5) ;
- un ensemble de plateformes de travail pour la préparation des conteneurs, paniers et plateaux (repère N° 6) ;
- un dispositif de démagnétisation des conteneurs HA (repère N° 7) ;
- une barrière anti-franchissement (repère N° 8) ;
- sept postes de dépose de palettes pour transfert des palettes (repère N° 9) ;
- une porte du hall de déchargement des fournitures (repère N° 10).

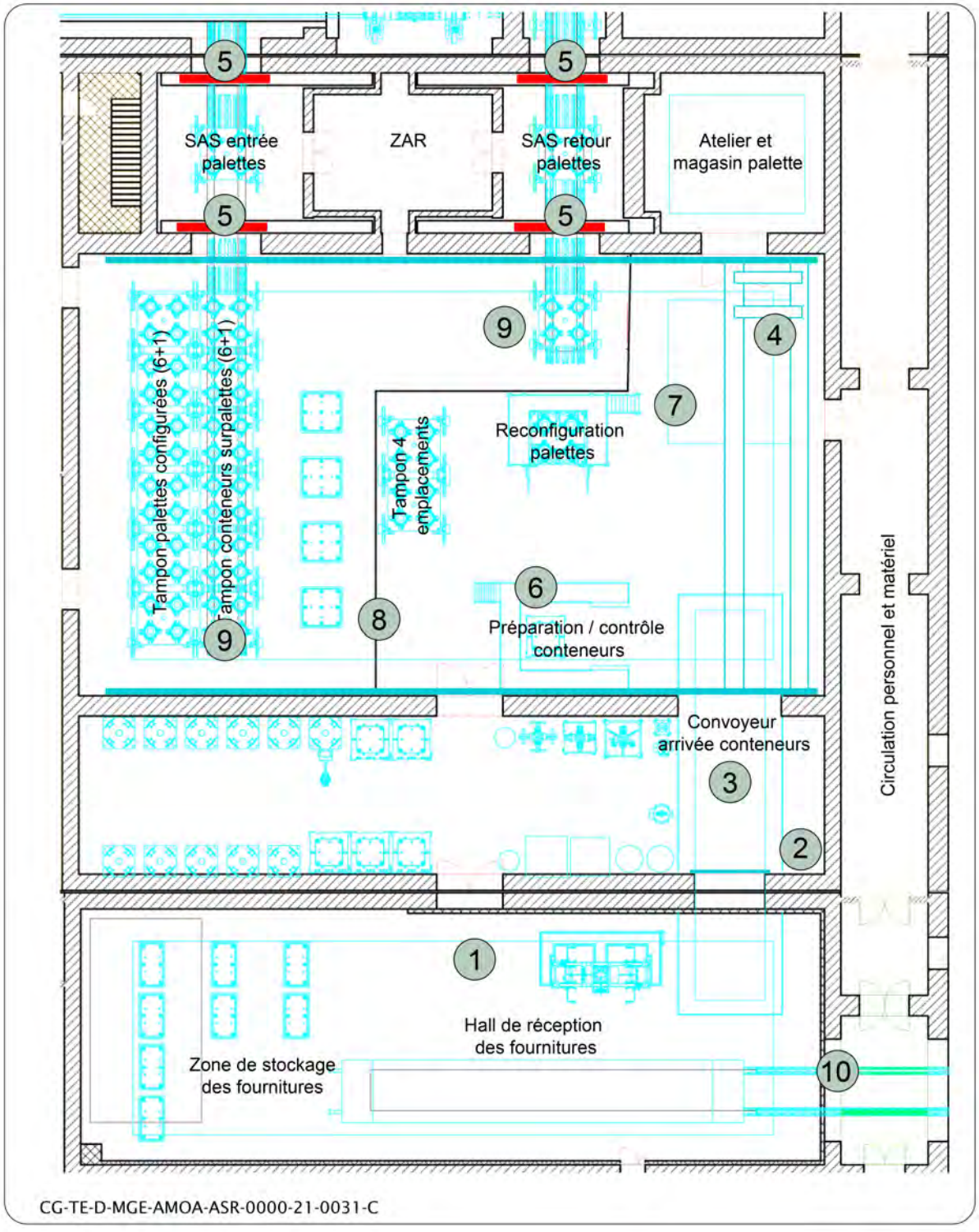


Figure 4-94 Illustration de la zone de réception et préparation des fournitures

4.1.5.4.1 Le pont roulant du hall de réception des fournitures

Un pont roulant couvre la totalité du hall de réception des fournitures. C'est un pont faisant partie de la catégorie « standard » dont la description est réalisée au chapitre 4.2.3.1.2 du présent volume.

Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- catégorie de conception : standard ;
- CMU : environ 20 tonnes ;
- dimensions : portée de 20 mètres environ et voie de roulement de 35 mètres environ ;
- mode de commande : boîte à bouton ou radiocommande.

Le pont roulant du hall de déchargement permet les opérations de manutention permettant de réaliser la préhension des fournitures livrées en camion ou en wagon et les disposer soit en fond de hall, soit directement sur le convoyeur.

4.1.5.4.2 La porte coulissante du hall vers l'entreposage des produits

Cette porte est une porte rideau métallique standard (avec une étanchéité à l'air : A*2 suivant la norme NF EN 12207 (20)).

4.1.5.4.3 Le convoyeur d'arrivée des fournitures

Le convoyeur permet de transférer les fournitures nécessaires au process (Figure 4-95) :

- palettes pour la manutention des colis de stockage par les chariots de transbordeur ;
- conteneurs et couvercles en béton pour colis primaire MA-VL ;
- conteneurs et couvercles en acier pour colis primaire HA ;
- paniers en acier pour certains types de colis de stockage producteurs MA-VL ;
- plateaux en acier pour certains types de colis de stockage producteurs MA-VL ;
- nacelles pour la manutention des colis de stockage HA préparés.

Le convoyeur est de conception standard. Il est mû par chaîne pousseuse qui déplace un plateau sur lequel les constituants déchargés sont disposés.

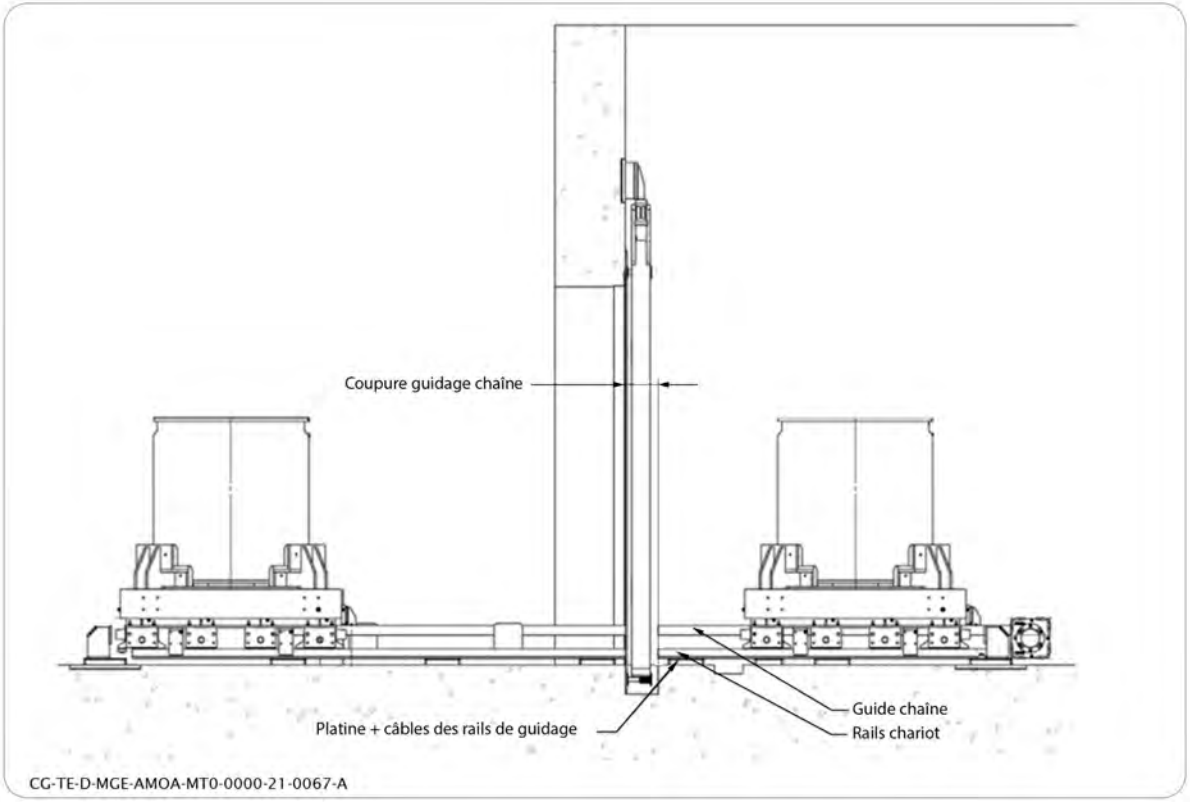


Figure 4-95 Illustration de principe du convoyeur

4.1.5.4.4 Le pont roulant du hall de préparation

Le pont roulant du hall de préparation assure les transferts entre les différents postes. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- catégorie de conception : standard ;
- CMU : 20 tonnes ;
- mode de commande : boîte à bouton ou radiocommande.

4.1.5.4.5 Les portes simple vantail

Les portes simple vantail sont identiques à celles de la zone de préparation des colis de stockage présentées au 4.1.4.4.10 du présent volume. Leurs principales caractéristiques sont les suivantes :

- radioprotection : épaisseur acier équivalente à l'épaisseur des voiles de Génie-civil
- résistance au feu : E60 ;
- étanchéité à l'air : A*2 (sas entrée palettes) et A*4 (sas retour palettes), suivant la norme NF EN 12207 de 2017 (20).

4.1.5.4.6 Le dispositif de démagnétisation des conteneurs HA

Le process de soudage prévu pour assembler le couvercle sur le corps du conteneur HA est un faisceau d'électrons. L'assemblage de matériaux métallique par ce process requiert une démagnétisation des constituants afin de ne pas dévier le faisceau pendant le soudage.

Les conteneurs HA et leurs couvercles sont livrés démagnétisés, cependant en cas de contrôle défavorable à la réception du conteneur de stockage, ils font l'objet d'un cycle de démagnétisation au sein du bâtiment nucléaire de surface.

Le dispositif de démagnétisation implanté dans cette zone est un équipement standard. Ses dimensions dont adaptées à la réalisation d'une démagnétisation d'un conteneur de stockage HA.

4.1.5.4.7 Les postes de dépose de palettes pour leur transfert

Les postes de dépose de palette sont des platines mécano soudées fixées sur le plancher du hall. Elles permettent le guidage précis d'une palette sur un emplacement déterminé (Figure 4-96).

Six emplacements de palette correspondent à une activité journalière. Un poste de dépose supplémentaire permet le retour palette afin de réaliser une nouvelle configuration pour un autre type de colis.

La palette est un équipement transverse de l'installation nucléaire. Elle permet la manutention et le supportage de plusieurs colis notamment les colis de stockage MA-VL, les colis de stockage HA en nacelles, les nacelles seules, les plateaux pour colis de déchets MA-VL en stockage direct, les paniers pour les colis de déchets MA-VL en stockage direct.

Figure 4-96 *Illustration des palettes configurées soit pour un conteneur de stockage MA-VL ou pour quatre conteneurs de stockage HA en nacelles*

Les palettes sont reconfigurables pour accueillir tous les types de colis à l'aide d'avaloirs réglables qui sont vissés sur la partie supérieure de la palette. L'interface inférieure de la palette qui est en contact, le chariot de transbordeur ainsi que les pieds de dépose ont des caractéristiques fonctionnelles et dimensionnelles identiques.

4.1.5.4.8 La porte du hall de déchargement des fournitures

La porte du hall est composée de plusieurs cassettes d'environ 500 mm de haut, empilées selon la hauteur de l'ouvrant (Figure 4-97). À la fermeture de la porte, les cassettes viennent s'emboiter les unes sur les autres de façon hermétique et elles se détachent successivement à l'ouverture. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- résistance au feu : E60 ;
- étanchéité à l'air : A2, suivant la norme NF EN 12207 de 2017 (20).

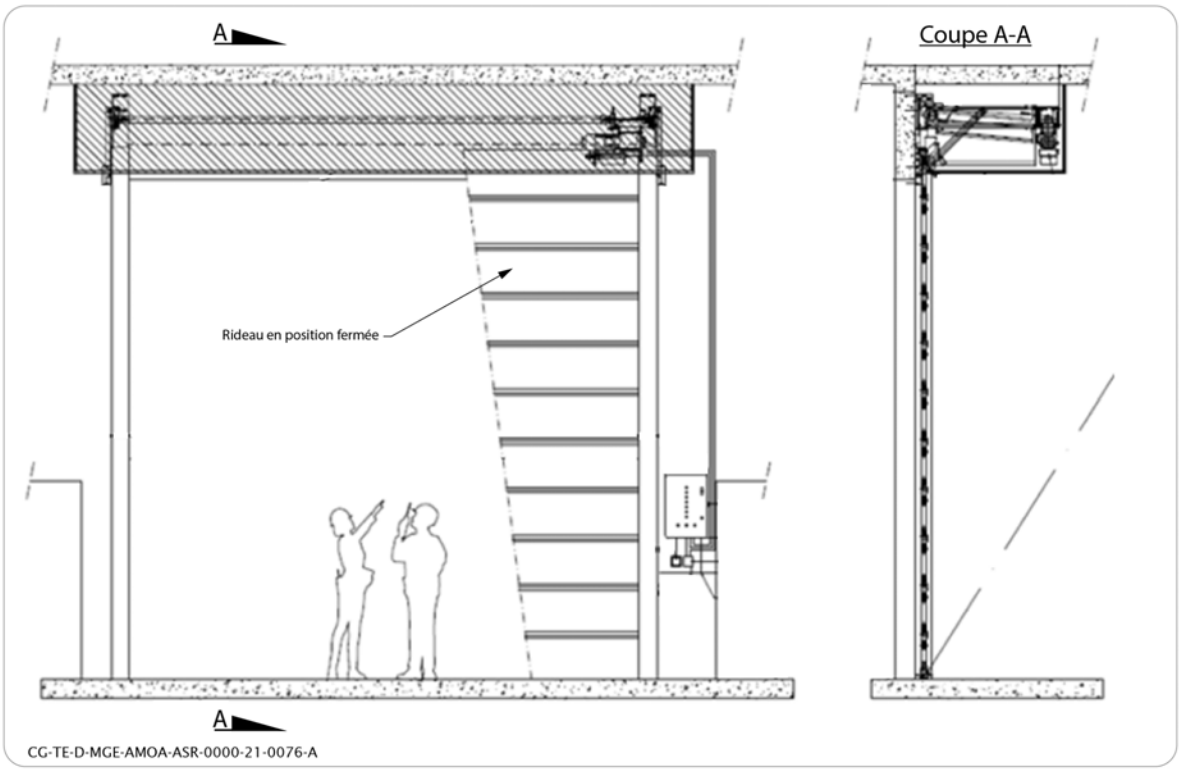


Figure 4-97 *Schéma de principe des portes rideaux d'accès aux halls de du bâtiment nucléaire de surface EP1*

4.1.5.5 Le fonctionnement de la filière de réception et préparation des fournitures (Figure 4-98)

Le pont roulant du hall de déchargement est utilisé pour décharger les fournitures du wagon (ou camion) vers la zone de stockage localisée dans le hall.

Un hall intermédiaire permet d'entreposer un stock de palettes. En fonction de la campagne de déchets en cours, le nombre de palettes en circulation varie dans l'installation (une palette peut contenir d'un à quatre colis primaires suivant son type).

L'alimentation en fournitures depuis le hall de déchargement jusqu'au local de préparation des fournitures se fait avec un convoyeur qui relie ces locaux. En fonction des besoins en fournitures, les conteneurs, paniers et plateaux sont acheminés vers ce local pour y être configurés.

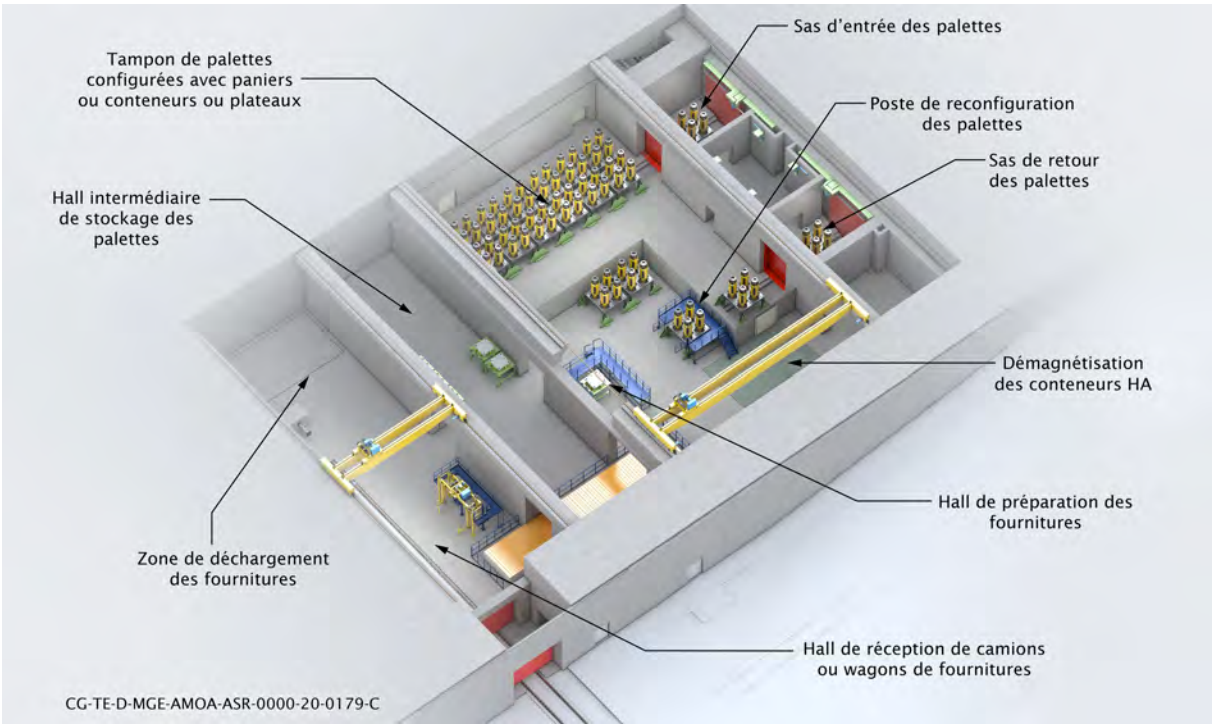


Figure 4-98 Illustration de la zone de réception et préparation des fournitures

Ces configurations dépendent de la typologie des colis de déchets reçus. La mise en place des fournitures sont faites en début de chaque campagne :

- configuration pour colis de déchets MA-VL placés dans un conteneur béton avec couvercle vissé :
  - ✓ palette configurée avec des avaloirs permettant de positionner le type de conteneur de stockage à supporter. Six configurations géométriques de conteneurs bétons sont possibles, elles dépendent des dimensions de la base des conteneurs ;
  - ✓ conteneur de stockage béton MA-VL positionné sur la palette ;
  - ✓ couvercle en béton posé sur conteneur ;
  - ✓ vis de fermeture du couvercle placées dans le plumier de la palette ;
- configuration pour colis de déchets HA placés dans un conteneur acier avec couvercle soudé :
  - ✓ palette configurée avec des avaloirs permettant de positionner quatre nacelles de manutention des conteneurs HA ;
  - ✓ quatre nacelles de manutention positionnées dans les avaloirs ;
  - ✓ quatre conteneurs en acier placés dans les nacelles (NB : les nacelles sont récupérées après la mise en hotte des colis de stockage HA et reviennent dans le local de préparation pour être réutilisées) ;
  - ✓ quatre couvercles en acier placés sur les conteneurs en acier ;
- configuration pour colis de déchets MA-VL placés dans un conteneur acier avec couvercle acier vissé :
  - ✓ palette configurée avec des avaloirs permettant de positionner le type de panier à supporter. Deux configurations de paniers différents sont possibles, elles dépendent des dimensions de leur base ;
  - ✓ panier en acier positionné sur la palette ;
  - ✓ couvercle en acier posé sur panier ;

    NB : Les vis de fermeture du couvercle acier sont incompatibles du plumier de la palette, elles sont acheminées par une autre voie en cellule de fermeture des colis de stockage (cf. Chapitre 4.1.7.5.1 du présent volume).

- configuration pour colis de déchets MA-VL placés en stockage direct en alvéole (sans conteneur béton ou acier) :
  - ✓ palette configurée avec des avaloirs permettant de positionner un plateau ;
  - ✓ plateau positionné sur la palette. Le plateau est adapté au type de colis de déchet.

    NB : Les plateaux servent de support au colis de déchet MA-VL, ils sont récupérés lors des étapes de déchargement des colis de la hotte en alvéole. Le plateau libéré du colis est replacé dans la hotte, remonté en surface. La hotte est accostée à la façade d'accostage afin de récupérer le plateau qui est remis sur une palette, laquelle peut servir à nouveau dans le circuit si nécessaire, dans le cas contraire la palette et le plateau seul sont renvoyés vers le local de préparation des fournitures *via* le sas de retour des palettes.

Les synoptiques de fonctionnement (cf. Figure 4-99 et figure 4-100) présentent les différentes étapes permettant de réaliser la préparation des configurations :

- étape 1 :
  - ✓ le colis est transféré dans la zone de contrôle ;
- étape 2 : Contrôle des spécifications des conteneurs, paniers et plateaux :
  - ✓ intégrité des conteneurs, paniers et plateaux par un contrôle visuel ;
  - ✓ absence de corps étranger dans les conteneurs et paniers par un contrôle visuel ;
  - ✓ vérification de la profondeur libre pour les conteneurs comportant des rehausses (après mise en place de ces rehausses) ;
  - ✓ compatibilité de la gorge de manutention du couvercle des conteneurs HA avec les moyens de manutention ;
  - ✓ présence et intégrité des patins des conteneurs HA par un contrôle visuel ;

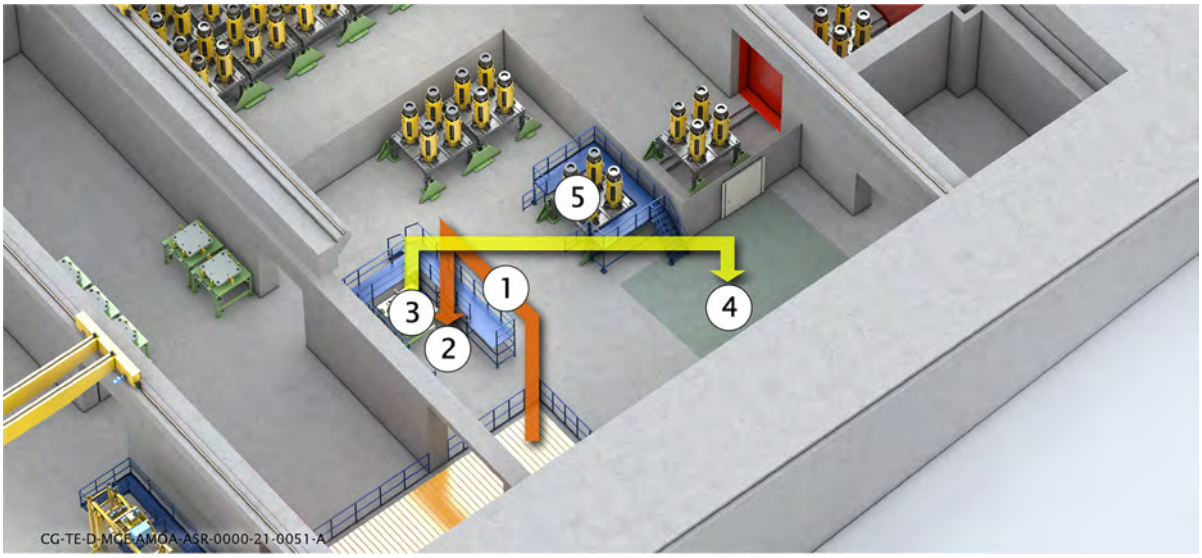


Figure 4-99 *Synoptique des opérations de préparation des conteneurs, paniers et plateaux*

- étape 3 : pour les conteneurs HA uniquement, un contrôle de démagnétisation est réalisé ;
- étape 4 : réalisée pour les conteneurs HA non conformes au contrôle de démagnétisation. Le conteneur et son couvercle sont transférés dans la machine de démagnétisation. À la suite de cette opération, le colis revient en position trois pour subir un nouveau contrôle de conformité ;
- étape 5 : les palettes sont configurées en fonction de la configuration souhaitée (soit pour un conteneur MA-VL béton, soit pour un panier, soit pour un plateau). Les couvercles des conteneurs et panier sont désolidarisés du corps par dévissage et les vis sont placées sur le plumier de la palette (pour les colis MA-VL béton uniquement) ;

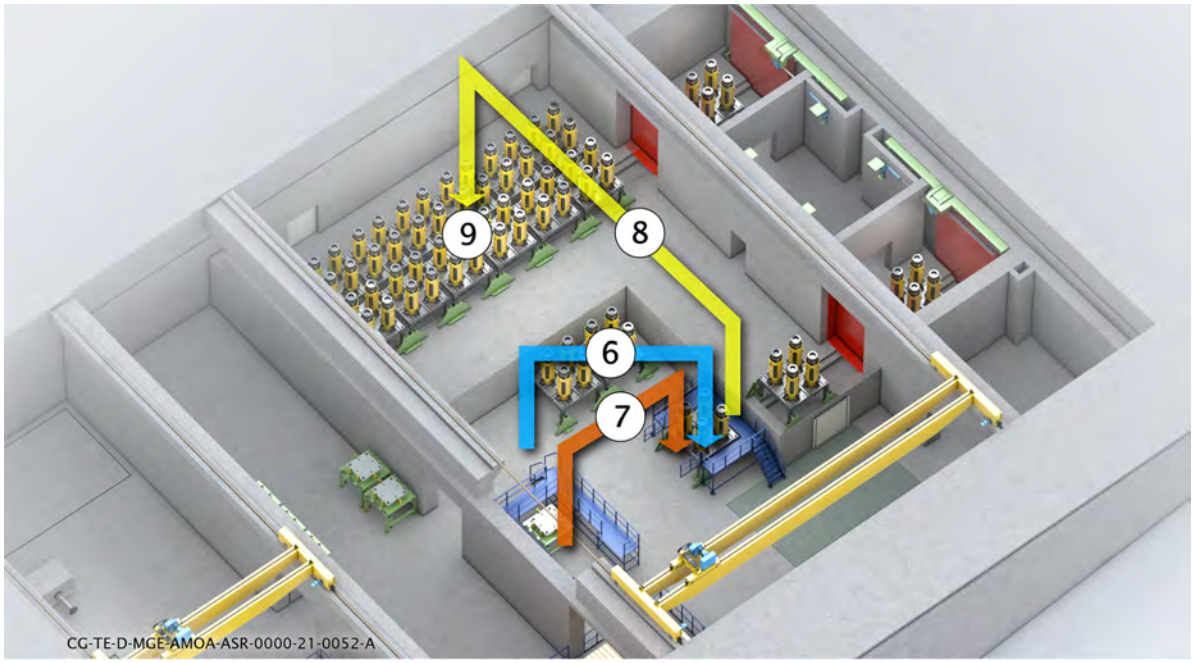


Figure 4-100 *Synoptique du transfert des conteneurs neufs dans le bâtiment nucléaire de surface EP1*

- étape 6 : pour les colis HA uniquement, le pont dépose des nacelles sur la palette pour la mise en configuration colis primaires HA ;
- étape 7 : le conteneur MA-VL vide est placé sur la palette. Pour les conteneurs HA, les conteneurs sont introduits directement dans les nacelles positionnées sur la palette à l'étape 6 ;
- étape 8 : la palette avec le conteneur MA-VL (ou les conteneurs HA) sont manutentionnés avec le pont de cellule puis sont déposés sur un des postes de dépose de palettes ;
- étape 9 : le chariot du système de manutention des palettes entre en cellule *via* le sas et emmène la palette (avec le conteneur) vers la zone tampon principale.

Le fonctionnement des transbordeurs et chariots sont décrits au chapitre suivant.

4.1.6 La distribution des colis de stockage entre les zones tampon et les locaux de process

La zone tampon principale des colis de stockage est le cœur de distribution logistique de l'installation de surface. Celle-ci est positionnée au centre du bâtiment. Les flux alimentent cette zone après la réception des colis puis les distribuent vers les différents locaux de process en fonction des actions à réaliser. À l'issue de ces étapes intermédiaires les colis de stockage retournent en zone tampon avant d'être finalement conduits vers les cellules de mise en hotte pour être transférés vers le stockage en alvéole.

La zone tampon de colis de stockage des contrôles hors flux à l'extrémité ouest complète la fonction de tampon pour gérer une souplesse de fonctionnement des activités liées aux éventuels contrôles hors flux.

La fonction de ces zones tampon est bien de gérer la souplesse entre les différents process de l'installation qui ont des durées de traitement différentes.

Le dispositif de transfert des colis de stockage permet donc de desservir l'ensemble du process. Cette section décrit le fonctionnement de ce dispositif.

4.1.6.1 La localisation des zones de transfert et des zones tampon de colis de stockage

La localisation de la zone d'évolution des transbordeurs et chariots est identifiée sur la Figure 4-101.

Figure 4-101 *Illustration de la localisation de la zone d'évolution des transbordeurs et chariots*

4.1.6.2 Les fonctionnalités de la zone de transfert et d'entreposage(s) tampon des colis de stockage

Les fonctions principales de cette zone sont les suivantes :

- transfert des colis de stockage entre les différentes cellules ;
- entreposage d'attente des colis de stockage entre les différents process ;
- alimentation des différentes cellules en palettes avec conteneurs, paniers ou plateaux.

4.1.6.3 Les caractéristiques techniques de la zone

Les caractéristiques techniques de la zone d'évolution des transbordeurs et des chariots sont présentées sur le Tableau 4-11 et la figure Figure 4-102.

Tableau 4-11 *Caractéristiques techniques de la zone*

Type de local	Classe de confinement	Zonage radiologique
Local Process	C2	Zone contrôlée rouge
Zone maintenance transbordeur et chariot en zone de contrôles hors Flux	C2	Zone contrôlée rouge (avec possibilité de déclassement en zone contrôlée jaune)
Zone maintenance transbordeurs et chariots nord et sud	C2	Zone contrôlée intermittente verte/rouge
Cellules en interface	C2/C4**	Zone contrôlée Rouge

Figure 4-102 *Caractéristiques techniques de la zone d'évolution des transbordeurs et des chariots*

4.1.6.4 La description des équipements de la zone

Les transferts de colis de stockage au sol dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 sont effectués par le réseau de transbordeurs, chariots et palettes. Ce principe permet de limiter les ruptures de charge sur les colis de stockage.

On distingue ainsi les équipements suivants :

- **transbordeurs :** regroupe les moyens évoluant en fosse et permettant de transférer un chariot au droit d'une cellule (ou une zone tampon) à desservir ;
- **chariots de transfert** : la fonction du chariot est de transférer une palette à l'intérieur d'une cellule (ou une zone tampon) sans changement de direction. La palette qui est supportée par le chariot de transfert maintien de un à quatre colis de stockage suivant le type. Ceux-ci sont placés sur la palette par un pont roulant ; le chariot permet ainsi de déposer la palette complète dans une cellule ou une zone tampon.

- **zone tampon principale des colis de stockage :** la zone tampon principale des colis de stockage sur palettes fait partie intégrante du système de transfert des colis. Positionnée au centre de l'installation, elle constitue un passage logistique nécessaire lorsque les cellules à desservir sont déjà occupées ;
- **tables tournantes :** regroupe les moyens dont la fonction principale est de faire tourner un équipement afin de le faire changer de direction ou pour assurer des fonctions liées au process.

4.1.6.4.1 Les transbordeurs

Les palettes sont déposées dans les cellules par le chariot puis le chariot revient sur le transbordeur (cf. Figure 4-103, Figure 4-104 et Figure 4-105).

Figure 4-103 *Illustration du transbordeur transportant un chariot et une palette de colis de stockage HA*

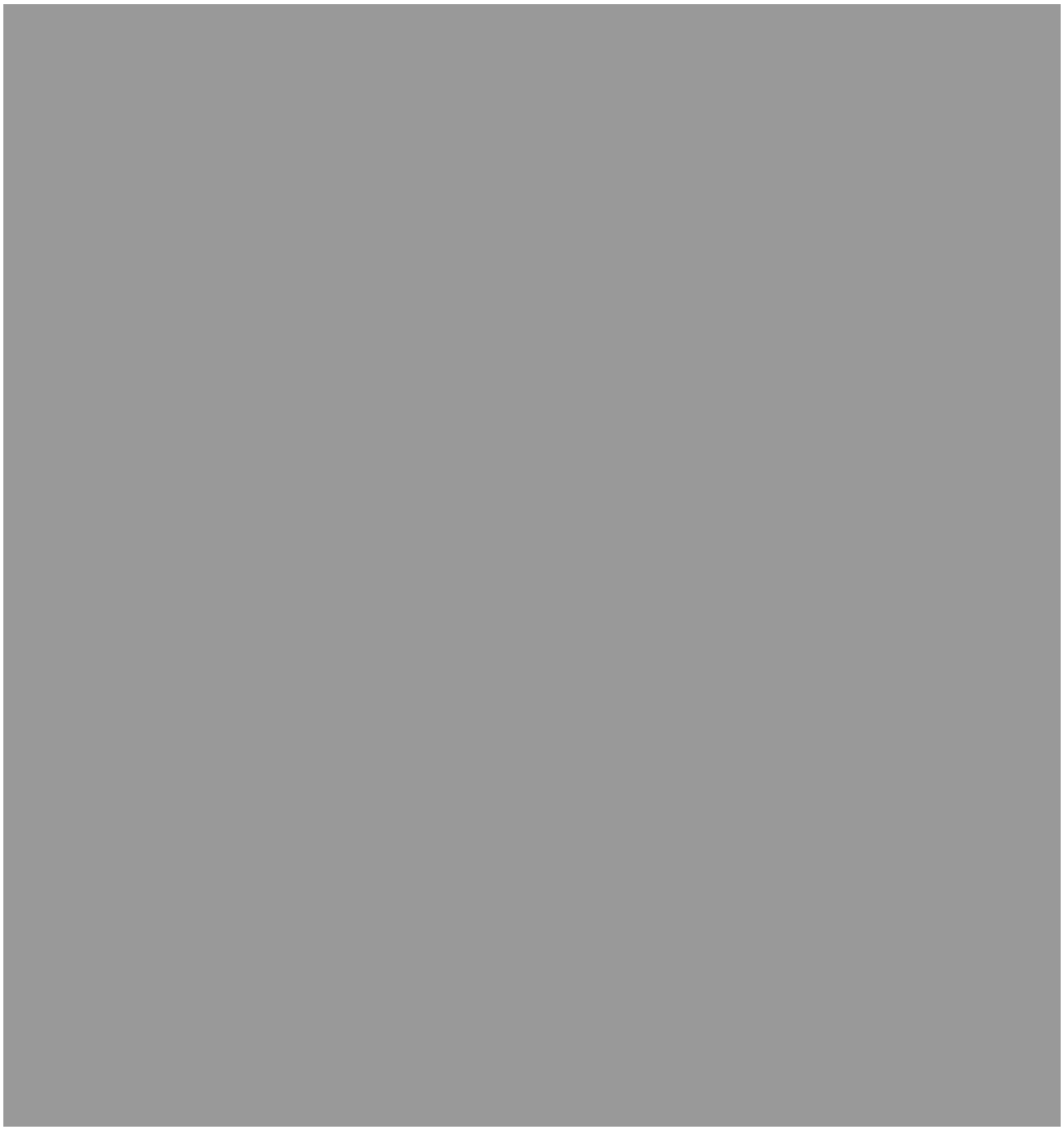
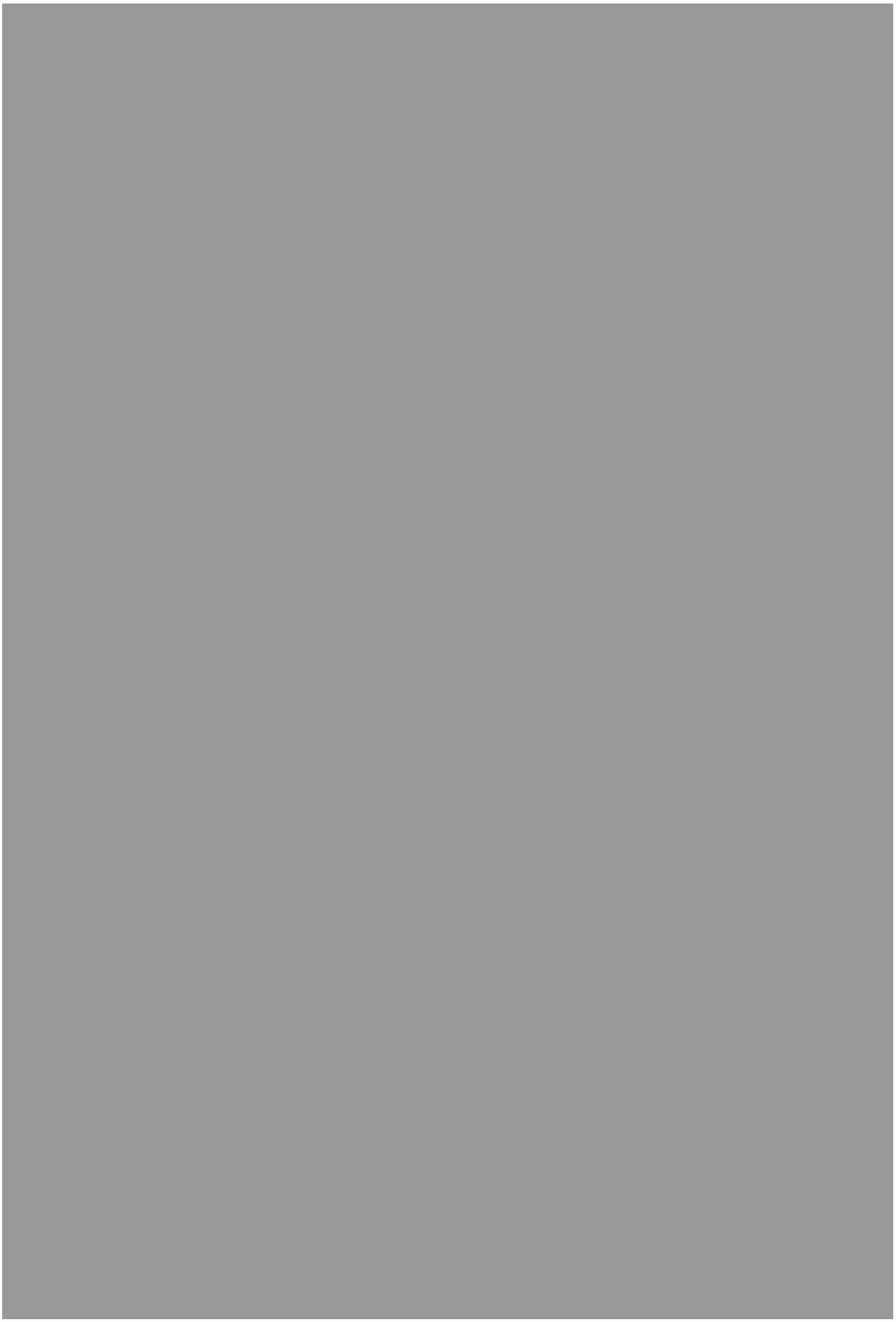
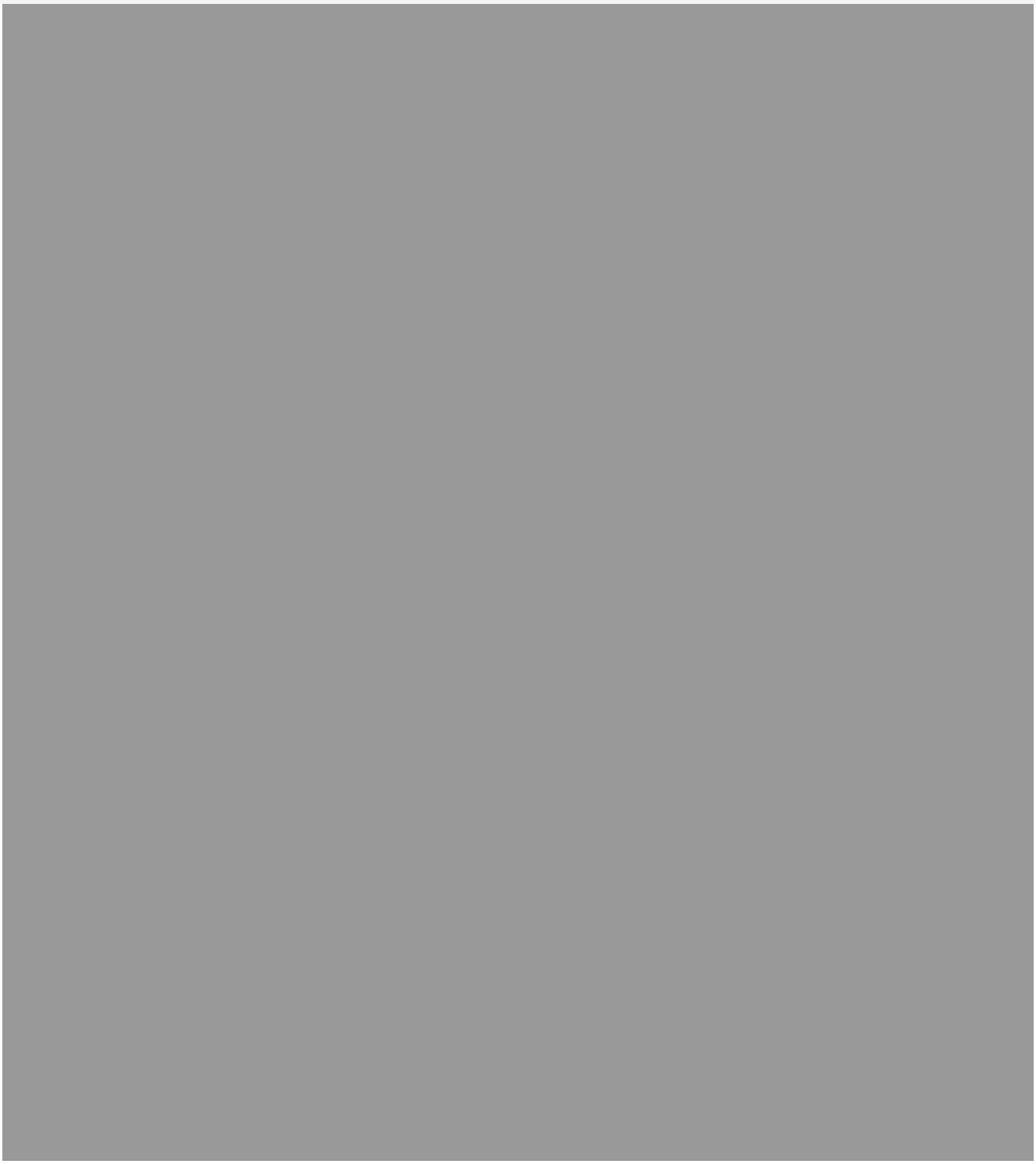


Figure 4-104 *Illustration du transbordeur pour transfert des chariots de colis de stockage (vue de dessus)*





4.1.6.4.2 Les chariots

Les caractéristiques générales des chariots sont :

- CMU : 35 tonnes ;
- protections incendie, détection/extinction automatique embarquée.

La structure des chariots est en acier mécano-soudée.

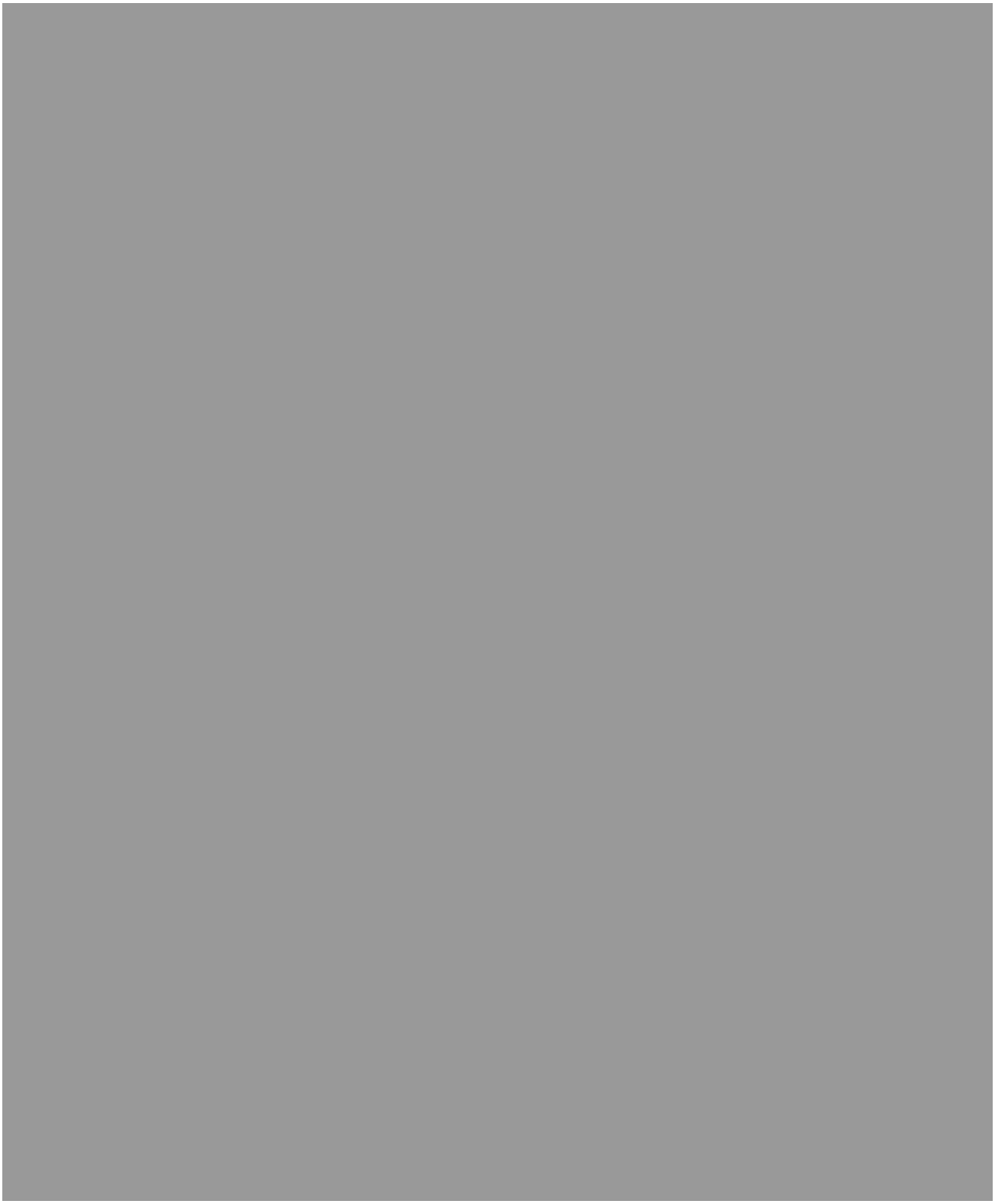


Figure 4-107 Illustration du chariot de transbordeur

4.1.6.4.3 La zone tampon principale des colis de stockage

La zone tampon principale des colis de stockage est composée d'emplacements de dépose de palettes, chaque palette pouvant contenir un ou plusieurs colis de stockage (Figure 4-108).

Figure 4-108 Illustration de la zone tampon principale des colis de stockage

Chaque emplacement est matérialisé par un dispositif de maintien de la palette fixé au sol (Figure 4-109), il est constitué par quatre platines comprenant des avaloirs de centrage et des pions. Ces dispositifs garantissent d'une part le maintien des palettes sous séisme, et d'autre part permettent d'optimiser l'arrangement des palettes au plus près les unes des autres.

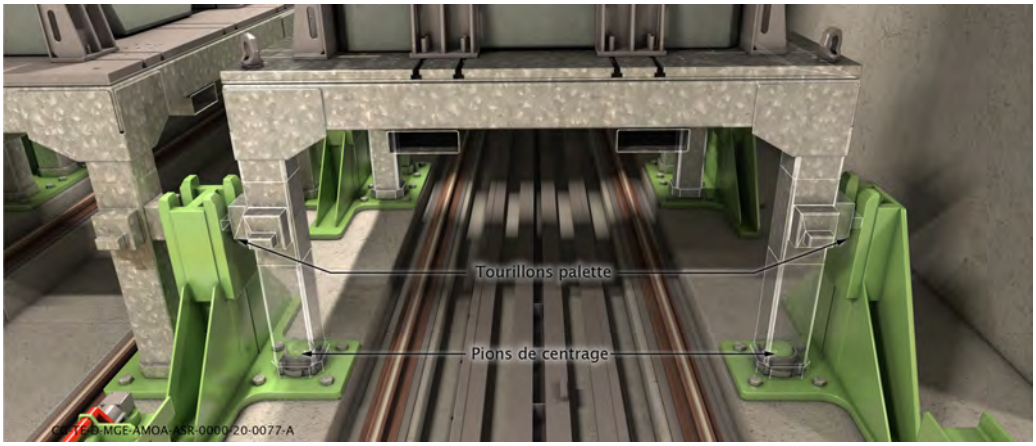


Figure 4-109 Illustration des pieds de maintien des palettes

Le chariot dispose de systèmes de freinage placés sur les essieux de roulement. Des barrières antichute sont implantées en bout de chaque rangée de l'entreposage tampon afin de garantir l'absence de dérive par glissement du chariot dans la fosse de transbordeur pendant un séisme (Figure 4-110).

Figure 4-110 Illustration des barrières antichute chariot de la zone tampon principale des colis de stockage

Les barrières coulissantes sont positionnées en ligne et sont dépourvues de motorisation. Le mouvement est effectué à l'aide d'un système de pignon/crémaillère dont la motorisation est installée sur le transbordeur, ce qui exclut toute ouverture en l'absence d'un transbordeur. Par ailleurs, l'alimentation électrique du chariot est distribuée par le transbordeur. En l'absence de ce dernier, un chariot seul ne peut pas se déplacer dans une ligne.

4.1.6.4.4 Les tables tournantes

Des tables tournantes sont installées dans le bâtiment nucléaire de surface et sont localisées dans les cellules suivantes (Figure 4-111) :

- cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL ;
- poste de contrôles des colis de stockage MA-VL (C7) ;
- cellule de mesure par spectrométrie gamma de la zone des éventuels contrôles hors flux ;
- cellule d'imagerie RXHE de la zone des éventuels contrôles hors flux ;
- cellule de contrôles C5 des éventuels contrôles hors flux ;
- pour les deux cellules de contrôle des colis primaires ;
- cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL ;
- intersection des couloirs entre les deux transbordeurs.

L'ensemble table tournante est constitué d'un châssis fixé au sol, surmonté d'une couronne d'entrainement en rotation et d'un plateau tournant. Les structures sont réalisées en profilés acier mécano-soudés. Les tables tournantes sont conçues pour être encastrées dans des réservations au sol.

La motorisation est déportée dans la zone arrière (ZAR) des cellules qu'elles desservent par un arbre de transmission à cardan télescopique et d'une traversée murale assurant le confinement et la protection radiologique. La motorisation reste ainsi accessible.

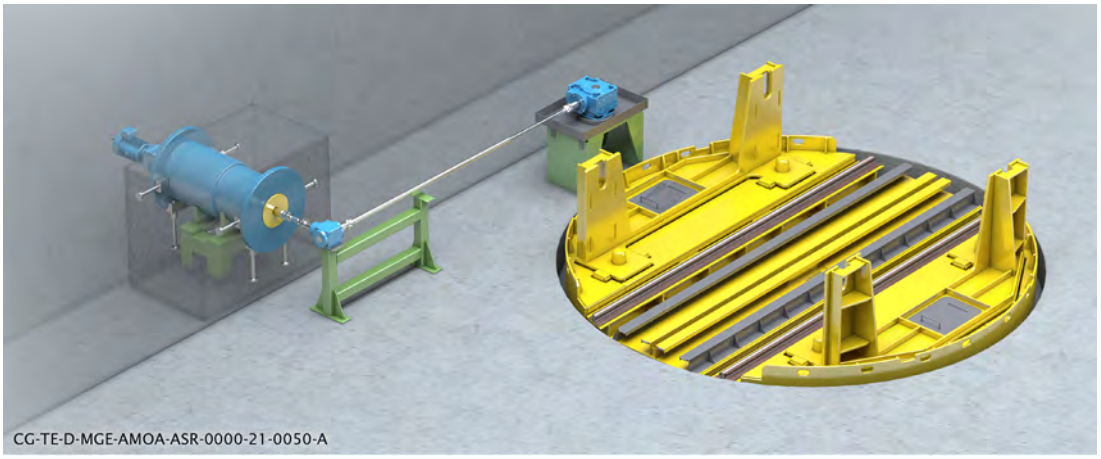


Figure 4-111 *Illustration type d'implantation d'une table tournante et motorisation déportée en zone arrière de cellule (ZAR)*

La gestion des modes dégradés de fonctionnement de la table tournante

La gestion des modes dégradés a été définie afin d'éviter une situation de blocage de la chaine cinématique. Elle se résume par diverses solutions techniques permettant l'évacuation des colis de stockage en vue d'une intervention de maintenance :

- cas d'un arrêt de la rotation lié à un dysfonctionnement de la motorisation, d'un capteur, ou d'un codeur :
  - ✓ la motorisation peut être remplacée depuis la zone arrière (ZAR) accessible ;
  - ✓ en ultime secours, il est possible de manœuvrer l'écrou hexagonal pour positionner la table en rotation et réengager l'indexeur ;
- cas d'une absence de détection de vérin d'indexage en position sortie consécutif à un dysfonctionnement : la fonction d'indexage est redondée pour permettre l'évacuation d'un colis de stockage ;
- cas de l'absence de détection d'indexage liée au dysfonctionnement d'un capteur : la fonction d'indexage est redondée pour permettre l'évacuation d'un colis de stockage ;
- cas d'un dysfonctionnement d'alimentation électrique liée au joint tournant ne permettant pas l'alimentation du rail : la fonction d'alimentation est redondée pour permettre la continuité de la fonction et l'évacuation des colis de stockage ;
- cas d'un dysfonctionnement de l'arbre de transmission ou du cardan : les composants sont largement surdimensionnés pour rendre impossible la casse. Cette disposition est par ailleurs associée aux protections thermiques du moteur. En cas de dysfonctionnement du déclenchement thermique du moteur, le dimensionnement prévoit la casse de la motorisation avant le bris de l'axe ;
- en ultime secours, la chaine cinématique étant réversible, des encoches de halage sont prévues autour du plateau pour accrocher un câble et utiliser un moyen de secours pour faire tourner la table.

4.1.6.5 Le fonctionnement du transfert des palettes par transbordeur

La Figure 4-112 présente les zones d'évolution des trois transbordeurs (en rouge) et les cellules desservies par le chariot de transfert palette.

Figure 4-112 Illustration des zones d'évolution des transbordeurs et chariots - localisation des zones tampon de colis de stockage

Le bâtiment nucléaire de surface EP1 comprend deux zones tampon de colis de stockage qui permettent de découpler temporellement les différentes phases du process : la zone tampon principale et la zone tampon hors flux.

Lorsqu'un colis doit attendre pour aller dans une cellule process parce qu'elle est occupée par un autre conteneur de stockage, le colis est placé en attente dans la zone tampon principale.

Cette zone est desservie par deux transbordeurs nord et sud. Ces transbordeurs distribuent les palettes selon un axe est/ouest.

La seconde zone tampon Elle est desservie par le transbordeur sud uniquement. Cet entreposage tampon sert principalement pour les colis en attente d'un éventuel contrôle hors flux ou pour la réouverture des colis de stockage. Les durées de traitement importantes nécessitent leur découplage du process par ce tampon.

Un troisième transbordeur est localisé perpendiculairement au transbordeur principal. Il dessert les cellules suivant un axe nord/sud. Les cellules desservies sont les contrôles hors flux et de réouverture des colis de stockage.

L'agencement de l'entreposage tampon principal est rendu souple par l'utilisation de palettes standardisées. Il est possible d'établir une attribution prévisionnelle des lignes, notamment dans l'objectif de dissocier les différents types de flux, entre les colis de stockage en attente de fermeture (HA et MA-VL) et ceux qui sont prêt pour l'envoi vers la mise en hotte.

Un bypass central au milieu de la zone tampon principale permet de créer un lien de retour vers le transbordeur sud. Hormis les besoins opérationnels, cette disposition permet d'inverser le process jusqu'à l'emballage de transport

4.1.6.5.1 La récupération d'un colis de stockage sur palette depuis une cellule (cas générique)

Figure 4-113 Illustration du process de transfert d'un colis de stockage sur palette

Pour récupérer une palette, le chariot et le transbordeur se déplacent en face de la cellule et s'alignent avec les rails du chariot. La position du transbordeur est contrôlée par un lecteur de code barre sur l'intégralité du rail puis par un doigt d'indexage permettant d'assurer le placement et le maintien du transbordeur par le génie civil.

Lorsque le transbordeur est positionné et verrouillé face à la porte de la cellule, celle-ci est ouverte si les conditions d'exploitation sont respectées. La porte, une fois ouverte et verrouillée en position, permet le transfert du chariot sous la palette disponible.

Le déplacement du chariot est contrôlé par un lecteur code-barres avec validation de position par capteur mécanique. Le chariot soulève ensuite la palette après recentrage avec une validation du mouvement par capteur de force. En fonction de la valeur relevée par les capteurs, le chariot vérifie la configuration de la palette manutentionnée (vide, avec conteneur, panier ou plateau, avec colis de stockage).

Le transfert de la palette est ensuite réalisé par retour du chariot sur le transbordeur et la palette est déposée sur le transbordeur. La porte de la cellule est ensuite fermée.

4.1.6.5.2 La dépose d'une palette en zone tampon principale (cas générique, process identique pour dépose en cellule) (Figure 4-114)

La dépose d'une palette en zone tampon principale suit une démarche identique à la récupération d'une palette en cellule (détaillé précédemment). Le transbordeur déplace le chariot et la palette en face des rails, s'aligne, se verrouille et ouvre la barrière coulissante. Le chariot se déplace ensuite sur une place de la zone tampon et dépose la palette avant de revenir sur le transbordeur.

Le transbordeur referme ensuite la barrière coulissante avant de pouvoir réaliser une autre séquence.

Le process est identique pour la dépose d'une palette en cellule à la différence que des étapes supplémentaires sont liées aux ouvertures et fermetures des portes de cellules.

Figure 4-114 *Illustration du process de dépose d'une palette en zone tampon principale*

4.1.6.6 Le pilotage de la zone de transfert des colis dans le bâtiment nucléaire de surface et principes d'exploitation

4.1.6.6.1 Le pilotage de la zone

Les opérations sont réalisées depuis un poste de commande distant en automatique depuis la salle de conduite centralisée (SCC). Les cycles automatiques sont enclenchés par les opérateurs qui valident le processus à certaines étapes clés du process.

Le système de transbordeur ne possède pas de pupitres de conduite locale. Pour des interventions de maintenance, les chariots ou les transbordeurs sont ramenés en zone de maintenances depuis la salle de conduite centralisée.

4.1.6.6.2 Les principes d'exploitation

Les principes d'exploitation définis sont les suivants :

- les barrières coulissantes et les portes sont normalement fermées ;
- les portes de la maintenance transbordeur sont fermées et consignées ;
- les portes d'accès d'une cellule vers le couloir transbordeur sont normalement fermées et ne peuvent être ouvertes qu'en présence du transbordeur aligné face à la porte ;
- une opération non interruptible ne peut démarrer que si elle peut être terminée avant la fin de la période de production ;
- le chariot de transfert palette (côté nord) reste sous la dernière palette déposée tant qu'il n'est pas appelé ailleurs ;
- la zone tampon principale est exploitée en « *First In, First out* » (FIFO) ;
- chaque ligne de la zone tampon principale est dédiée à un type de colis de stockage suivant les campagnes afin de ne pas mélanger les types par ligne. Des distinctions supplémentaires sont aussi réalisées en fonction de la destination (si la palette est destinée à aller au nord du tampon ou revenir vers le sud) ;

- au sein des zones d'entreposage tampon, deux chariots ne peuvent se trouver sur la même voie ou sur des voies parallèles (gestion de la charge calorifique) ;
- le process est mis en pause sur détection incendie (ou défaut) dans la zone ou le secteur feu considéré ;
- en cas de détection de contamination atmosphérique dans une cellule, celle-ci est maintenue confinée (en dynamique et en statique) ;
- à un instant donné, une seule porte d'accès en cellule est ouverte pour chaque transbordeur (nord/sud/contrôle hors flux) ;
- les chariots sont présents en cellule uniquement lors de la prise ou de la dépose d'une palette ;
- un seul chariot est présent dans une même cellule ;
- le survol d'un chariot par un pont roulant en cours de manutention est interdit ;
- dans la cellule de fermeture des colis de stockage HA, les chariots-portes casemates sont fermés pour permettre l'accès à un chariot.

4.1.7 La fermeture des colis de stockage MA-VL

4.1.7.1 La localisation de la zone de fermeture des colis de stockage MA-VL

La zone de fermeture (Figure 4-115) des colis de stockage MA-VL est localisée en sortie de la cellule de préparation des colis de stockage et de la zone tampon principale. Sa position centrale permet ainsi de raccourcir les trajets des différents flux.

Figure 4-115 *Illustration de la localisation de la zone de fermeture des colis de stockage MA-VL dans le bâtiment nucléaire de surface EP1*

4.1.7.2 Les fonctionnalités de la zone de fermeture des colis de stockage MA-VL

Les fonctions principales de la zone sont les suivantes :

- vissage des couvercles sur les conteneurs de stockage MA-VL ;
- préparation du liant hydraulique pour le clavage des couvercles des conteneurs de stockage MA-VL ;
- clavage des couvercles des conteneurs de stockage MA-VL ;
- contrôle de la fermeture des conteneurs MA-VL (C6).

4.1.7.3 Les caractéristiques techniques de la zone de fermeture des colis de stockage MA-VL

Le tableau 4-12 et la figure 4-116 présentent les caractéristiques des locaux concernés, leur classement en ventilation suivant la norme NF ISO 17873 de 2006 (15) ainsi que le zonage radiologique correspondant.

Tableau 4-12 Caractéristiques techniques de la zone de fermeture des colis de stockage MA-VL

Type de local	Classe de confinement (Norme ISO 17 873)	Zonage radiologique
Local process vissage/clavage	C2	Zone contrôlée rouge
ZAV	C2	Zone contrôlée verte
ZAR	C2	Zone contrôlée verte
Local d'injection liant (+6 m)	C1	Zone contrôlée verte
ZAR Pont	C2	Zone contrôlée jaune (zone contrôlée rouge lorsque la porte est ouverte avec présence de colis au sein de la cellule)
Sur-cellule (trémies +12 m)	C1	Zone contrôlée jaune

La zone de fermeture des colis de stockage MA-VL est située sur trois niveaux de bâtiment plus un demi-niveau technique en charpente métallique. La cellule de fermeture, ses zones avant et arrière sont positionnées au niveau +0 m. Le demi-niveau technique en charpente métallique au niveau +3 m abrite les convoyeurs d'alimentation. Au niveau +6 m, se trouvent le garage pont de cellule et la zone d'injection de liant hydraulique pour les opérations de clavage de certains colis de stockage et au niveau +12 m se trouve la sur-cellule de maintenance et d'évacuation des matériels.

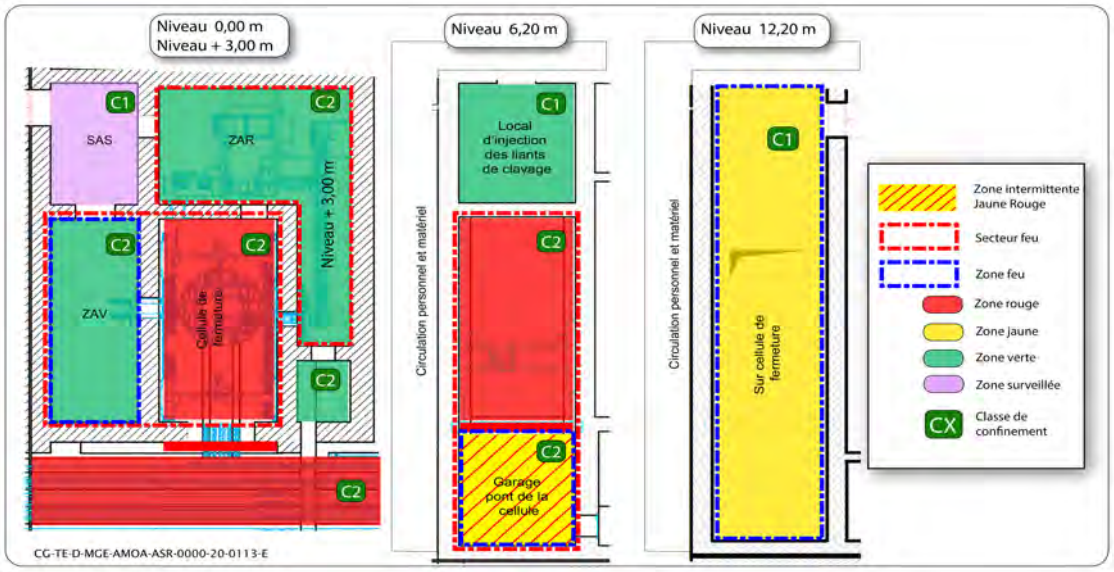


Figure 4-116 *Caractéristiques techniques de la zone de fermeture des colis de stockage MA-VL*

4.1.7.4 Les équipements de la zone de fermeture des colis de stockage MA-VL

La fermeture des colis de stockage MA-VL consiste à visser le couvercle des conteneurs stockage (ou paniers) sur le corps du conteneur chargé de colis primaires MA-VL.

Une unité de fabrication et de mise en œuvre de liant de clavage est présentée. Celle-ci permettrait de renforcer la fermeture du couvercle le cas échéant suivant les types de colis. La description des équipements éventuellement mis en œuvre est réalisée en attente de la confirmation du besoin.

Cette unité permet de réaliser un clavage du couvercle de conteneur de stockage avec une trémie contenant une gâchée de liant hydraulique à base de ciment (l'opération de clavage consiste à sceller des couvercles de conteneurs béton sur des corps de conteneurs en béton (ne concerne pas les paniers aciers).

La zone de fermeture des colis de stockage MA-VL est constituée par des équipements localisés en cellule de fermeture pour la partie mise en œuvre et hors cellule pour la partie préparation. Ces équipements sont les suivants :

- équipements localisés hors cellule :
  - ✓ une unité de fabrication du liant de clavage ;
  - ✓ un dispositif de transfert par convoyeur ;
- équipements localisés en cellule :
  - ✓ un sas de transfert des trémies de liant hydraulique ou de rack à vis M20 en cellule ;
  - ✓ une table tournante de dépose de palette sur table tournante ;
  - ✓ un portique de vissage ;
  - ✓ un portique de clavage et de contrôle des colis de stockage MA-VL fermés (contrôle C6) ;
  - ✓ un pont de maintenance.

4.1.7.4.1 La table tournante de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL

L'entrée et la sortie du colis de stockage MA-VL dans la cellule de fermeture (Figure 4-117) se fait par le chariot de transbordeur qui dépose la palette sur une table tournante après avoir passé une porte blindée.

L'emplacement de dépose sur la table tournante constitue le poste de fermeture du colis de stockage MA-VL.

La description technique de la table tournante est commune à l'ensemble des tables du process. La description de cet équipement est présentée au chapitre 4.1.6.4.4 du présent volume.

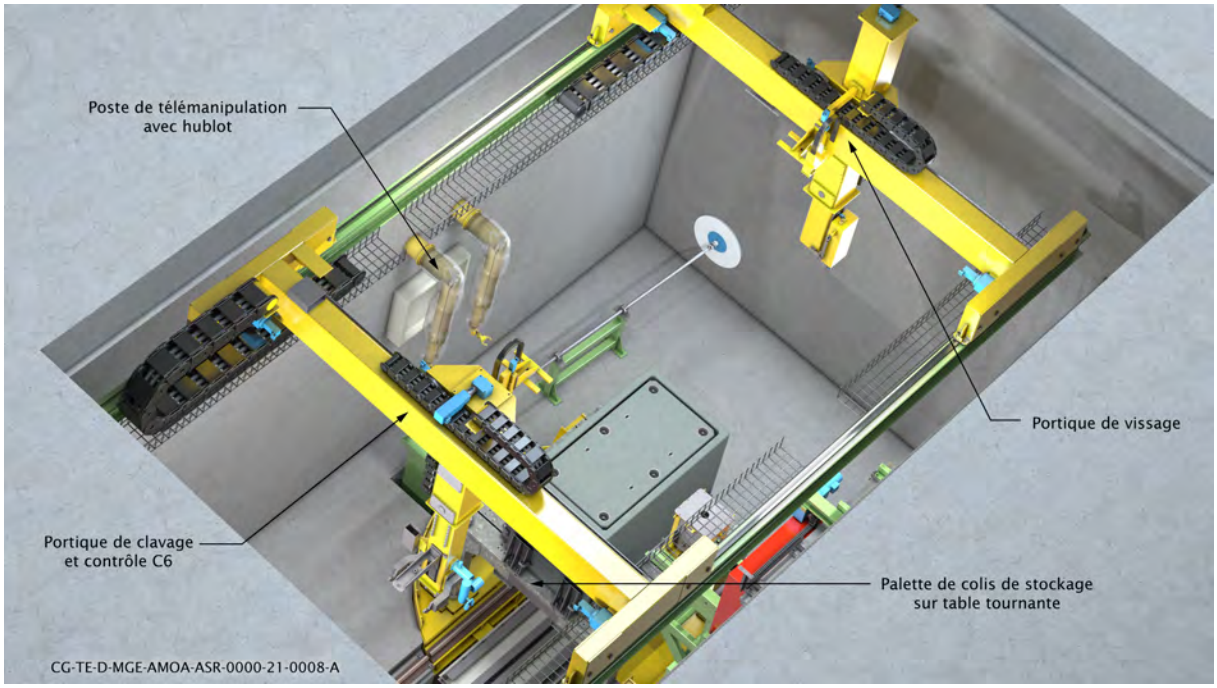


Figure 4-117 *Illustration de l'agencement de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL*

4.1.7.4.2 Le portique de vissage

Le portique de vissage (Figure 4-118) est un équipement électromécanique qui permet de réaliser automatiquement les cycles de vissage des couvercles des conteneurs de stockage MA-VL chargés de colis primaires. Les vis arrivent sur un plumier directement sur la palette, à l'exception des conteneurs de type CS6 et CS7 en acier (cf. chapitre 4.1.7.5).

La machine de vissage se décompose en quatre sous-ensembles :

- un sous ensemble « rails de roulement » ;
- un sous ensemble de translation ;
- un sous ensemble direction ;
- un sous ensemble de mat télescopique de « monte et baisse » comprenant l'ensemble de vissage.

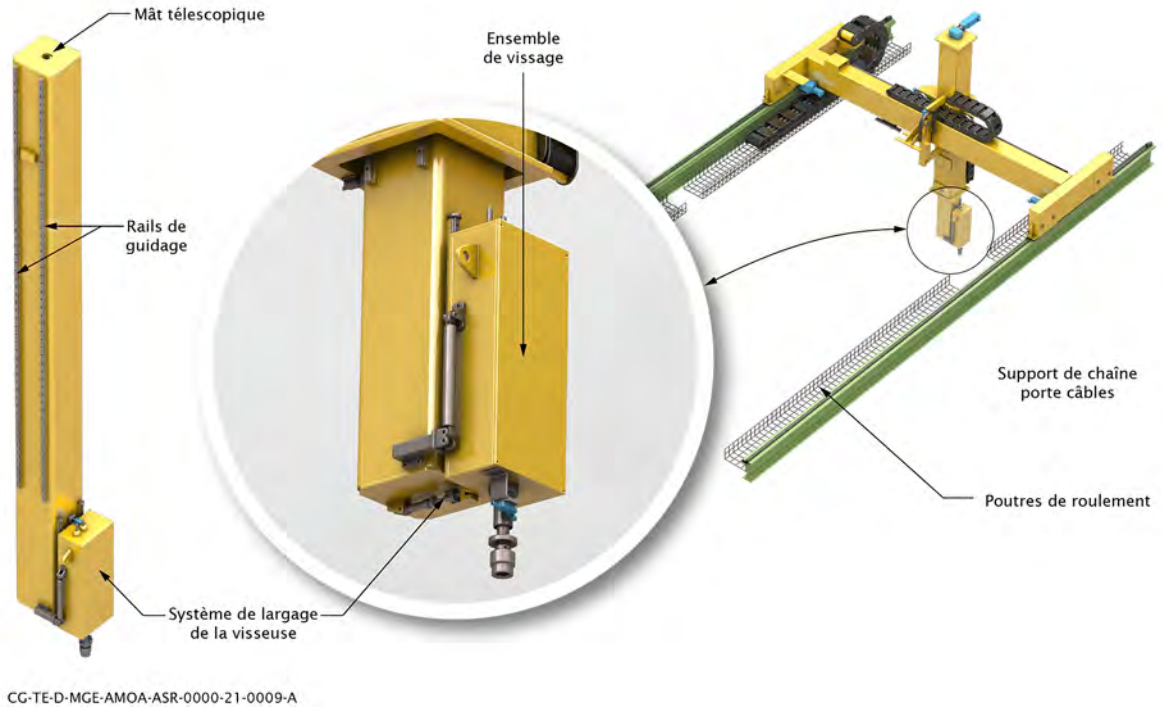


Figure 4-118 *Illustration du portique de vissage des conteneurs de stockage MA-VL chargés de colis primaires et sous ensemble mât télescopique*

Les rails de roulement sont communs aux machines de clavage et de vissage. Une crémaillère sur chaque poutre permet l'engrènement des motorisations de translation des machines de clavage et de vissage. Une goulotte sur la poutre (côté zone arrière de la cellule) permet de recevoir les chaînes porte-câbles d'alimentation des machines de clavage et de vissage.

Quatre galets assurent le guidage latéral et quatre autres assurent l'anti-déraillement de la machine. Le déplacement en translation de la machine est réalisé par deux motoréducteurs positionnés sur chaque sommier de la machine de vissage.

Le chariot de direction est composé d'une platine supérieure sur laquelle sont fixés les quatre galets de guidage et la motorisation du déplacement horizontal. L'entrainement s'effectue par un pignon en sortie de réducteur engrené sur une crémaillère liée à la poutre horizontale du sous ensemble de translation.

Le déplacement vertical du mât télescopique est réalisé par une vis vérin à billes entrainée par un motoréducteur positionné en partie supérieure du chariot. Le mât comprend un système de reconnaissance visuelle. Un système de compensation de course intégré à la visseuse permet d'assurer plusieurs fonctions :

- il contribue à la préhension des vis ;
- il permet de rattraper les jeux pour réaliser le vissage dans son taraudage ;
- il permet de déclencher le capteur anticollision en cas de descente trop importante.

4.1.7.4.3 L'unité de fabrication du liant de clavage

Les équipements de cette unité (Figure 4-119), localisée en dehors des cellules irradiantes, sont décrits de manière fonctionnelle. L'ensemble est constitué de matériels standards et leur mode de soutien ne requiert pas de spécificités puisqu'ils sont accessibles et maintenables au contact.

Le local de préparation du liant de clavage se décompose en cinq zones distinctes :

- la zone de désachage du prémix de liant au niveau +6 m, permettant le déconditionnement et la distribution du prémix de liant vers le niveau +3 m ;
- la zone de préparation du liant au demi-niveau +3 m, permettant le malaxage des différents composés du liant et son conditionnement en batch. La machine de lavage de la trémie se situe également dans cette zone ;
- le poste de contrôle du liant au niveau +3 m, permettant la réalisation des essais de conformité du liant et la préparation des vis ;
- le sas d'introduction au niveau +3 m, permettant d'acheminer les vis et le liant de clavage dans la cellule de fermeture des colis de stockage ;
- la zone de traitement des effluents au niveau +0 m, permettant la décantation des effluents de lavage de la trémie et du malaxeur.

L'accès à l'unité de préparation du liant au niveau +3 m se fait par un escalier depuis le niveau +0 m de la zone arrière de la cellule.

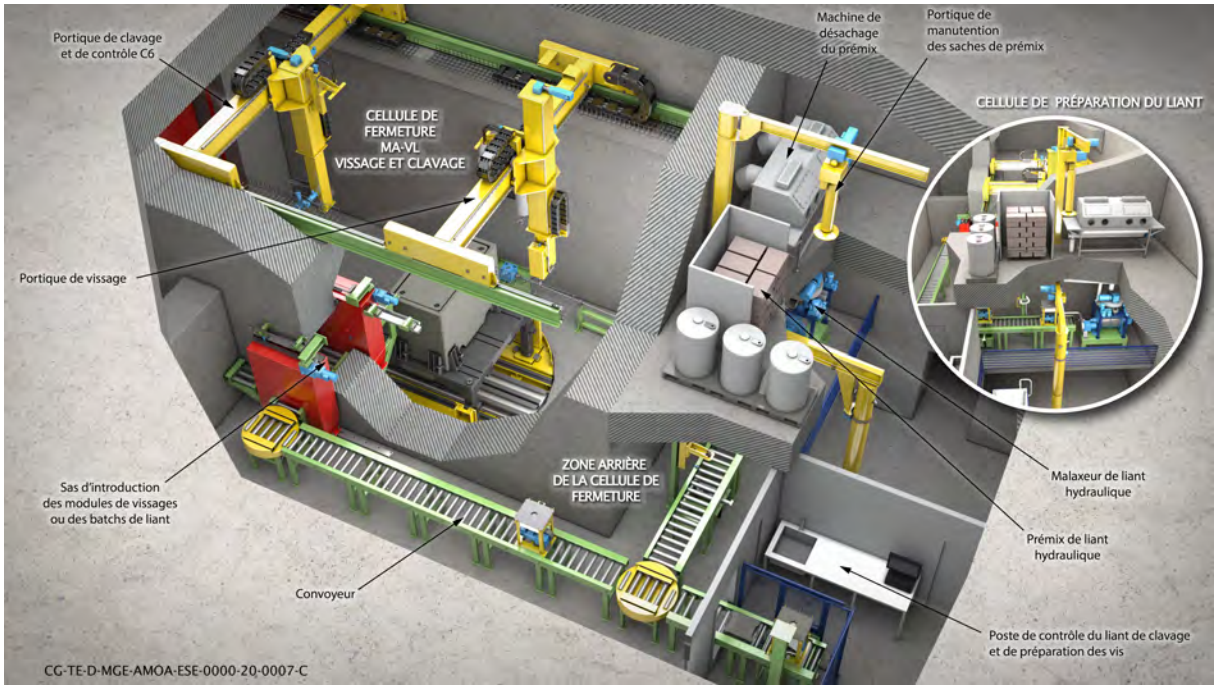


Figure 4-119 *Illustration des différents niveaux de la zone arrière de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL*

Des opérateurs sont au niveau +6 m pour réaliser le désachage des sacs de prémix et au niveau +3 m pour les contrôles d'ouvrabilité du liant.

Un poste de désachage permet d'ouvrir les sacs et de stocker le prémix avant de l'envoyer au poste de malaxage du liant (Figure 4-120). Ce poste est composé :

- d'une zone de stockage de la palette de sacs de prémix ;
- d'une potence de manutention avec ventouse de préhension pour les sacs de prémix ;
- d'une machine de désachage manuelle avec stockage tampon.

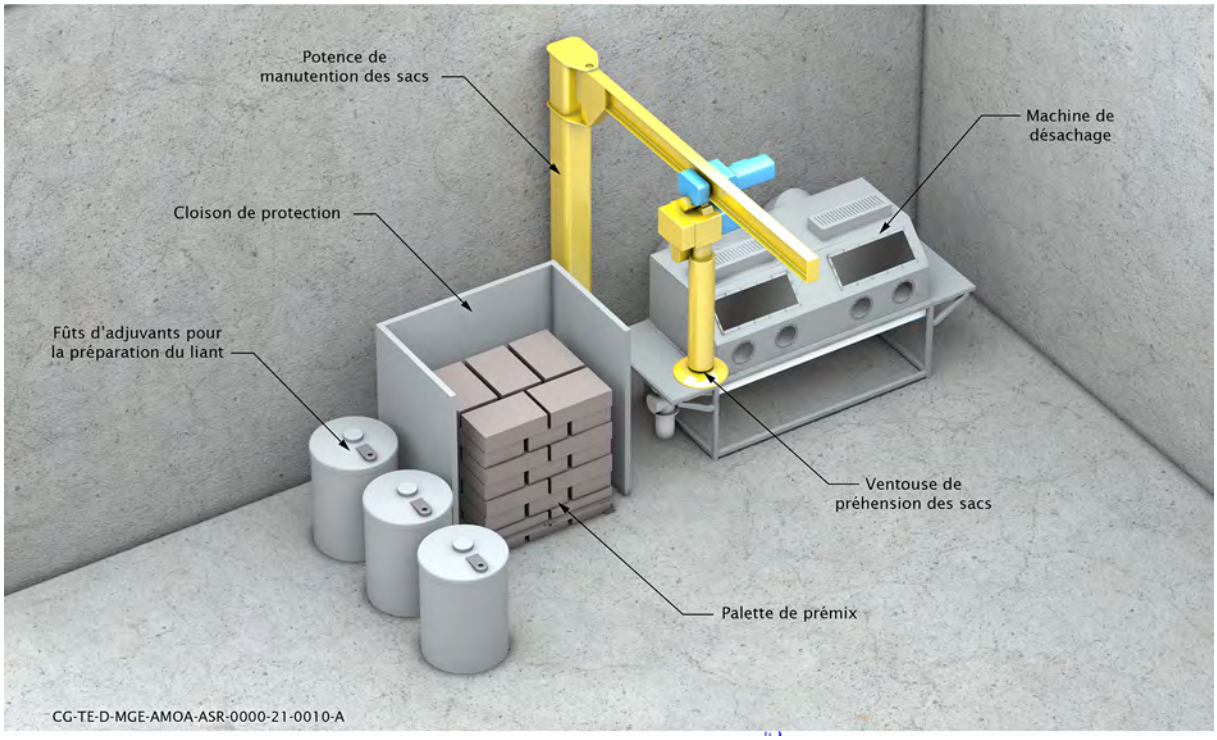


Figure 4-120 Illustration du poste de désachage du prémix

La palette de sacs de prémix est déposée par un engin de manutention dans sa zone de stockage. Des parois délimitent cette zone afin de limiter la dissémination de poudre libre en cas de rupture d'un sac.

Un opérateur saisit un sac de prémix à l'aide de la potence et de la ventouse pour le déposer sur la tablette d'entrée de la machine de désachage. Le sac est introduit manuellement par l'opérateur dans la machine.

L'opérateur procède ensuite à l'ouverture du sac de prémix à travers les ronds de gants à l'aide d'un outil prévu dans la machine. Le sac vide est mis dans une sache reliée à la machine. La machine de désachage est reliée à la ventilation afin d'éviter toute dissémination dans l'air ambiant de poudre sèche. Le prémix est stocké dans le fond de la machine de désachage avec une capacité de stockage pour une journée d'exploitation.

Le poste de préparation du liant de clavage est composé (Figure 4-121) :

- d'une vis de transfert entre la machine de désachage et la trémie de pesée ;
- d'un dispositif de dosage du prémix ;
- d'un châssis support ;
- de trois fûts de stockage double peau des adjuvants ;
- de pompes micro-doseuses des adjuvants ;
- d'un malaxeur de liant ;
- d'une pompe péristaltique de dosage du liant mélangé.

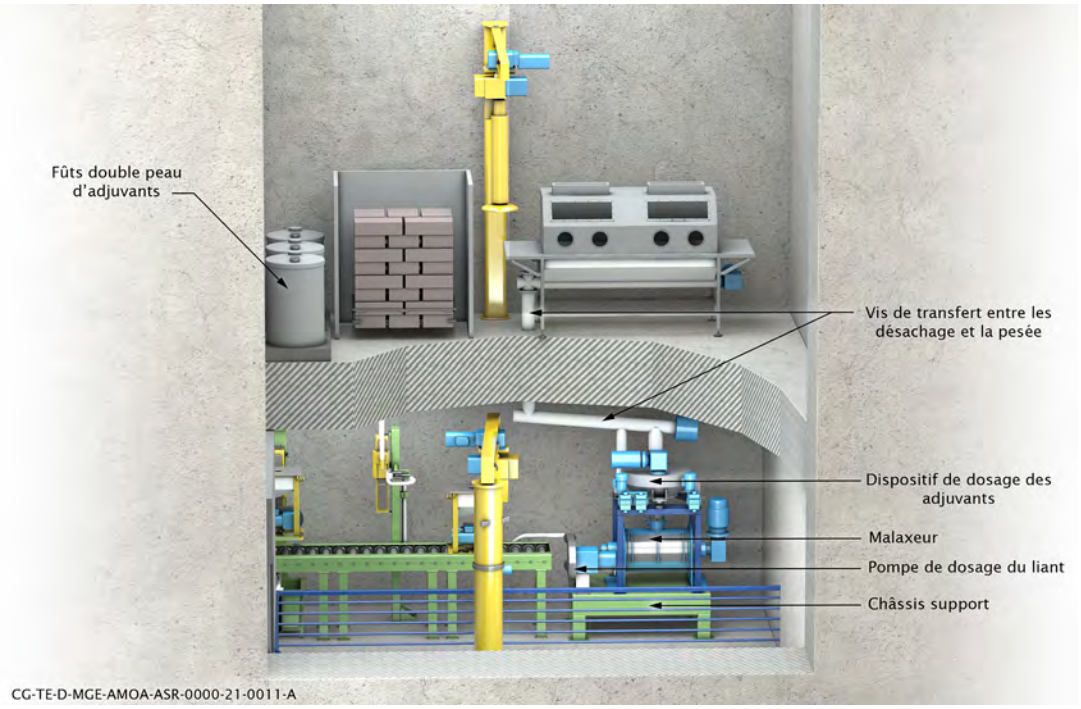


Figure 4-121 Illustration du poste de préparation du liant de clavage

Une vis de transfert de type vis sans fin est intégrée au fond de la machine de désachage et permet le transfert du prémix vers le poste de malaxage. Le dispositif de dosage, relié par manchette souple, est constitué d'une trémie déposée sur plusieurs pesons mesurant la masse de prémix introduit. Un dévoûteur intégré à la trémie de pesée empêche l'agglomération du prémix avant son introduction dans le malaxeur.

Des pompes micro-doseuses fixées sur le châssis permettent de doser avec précisions les trois adjuvants à incorporer dans la préparation du liant par des cannes d'injection.

Une pompe péristaltique raccordée au poste d'injection du liant permet le dosage de la quantité de liant introduite dans chaque batch.

Le malaxeur est lavé après chaque cycle de préparation par injection d'eau dans la cuve. L'eau est ensuite évacuée par le poste d'injection du liant vers l'unité de traitement des effluents dédiée.

Le poste d'injection du liant de clavage est composé (Figure 4-122) :

- d'un poteau de fixation ;
- d'une buse de remplissage ;
- d'un flexible reliant le poste de malaxage à la buse de remplissage ;
- d'un dispositif de vidange vers l'unité de traitement des effluents ;
- d'un système de translation de la buse.

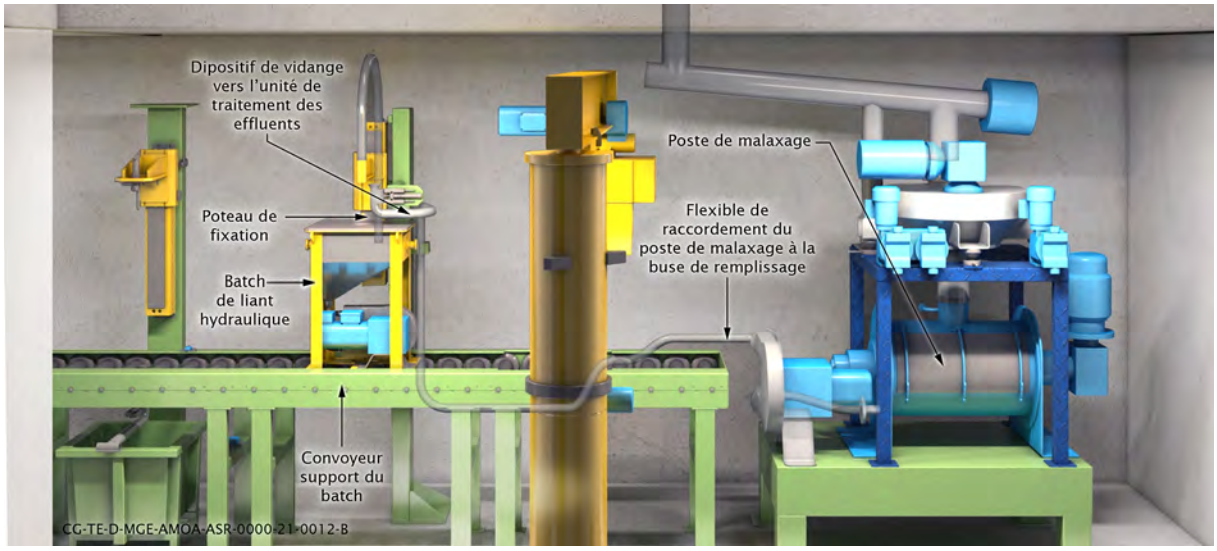


Figure 4-122 Illustration du poste d'injection du liant de clavage

Le poste d'injection du liant de clavage est connecté par un flexible à la pompe péristaltique de dosage du liant du poste de malaxage. Ce flexible permet le remplissage de la trémie avec le liant mélangé. En position de remplissage, la buse est introduite dans l'orifice de remplissage de la trémie.

4.1.7.4.4 Le dispositif de transfert par convoyeur

Lorsque le remplissage de la trémie est terminé, la buse d'injection remonte et la trémie est évacuée par le convoyeur. Ensuite le dispositif de vidange vient se positionner sous la buse. Le flexible de vidange est directement relié à l'unité de traitement des effluents et permet d'évacuer l'eau de lavage du malaxeur.

Plusieurs modules de convoyeurs à rouleaux motorisés sont installés dans la cellule de préparation du liant pour transférer les trémies ou les *racks* à vis entre les différentes positions (Figure 4-123).

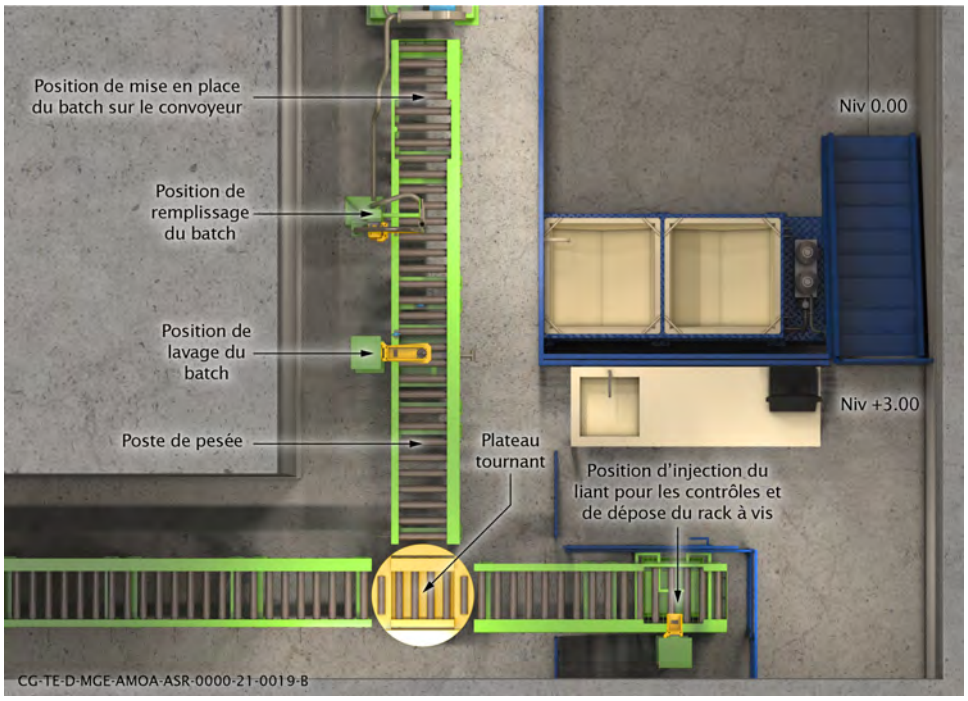


Figure 4-123 Illustration des positions de la trémie sur le convoyeur

Un module de convoyeur permet la mise en place de la trémie sur celui-ci avec un dispositif de détrompage. Ce convoyeur dessert le poste de remplissage de la trémie et la machine de lavage.

Un poste de pesée permet la pesée de la trémie afin de connaitre la quantité de liant restante dans la trémie après clavage.

Un plateau tournant positionné en bout de convoyeur permet l'orientation et le transfert de la trémie ou du rack à vis soit vers la cellule de contrôle du liant soit vers le sas d'introduction.

Un troisième module de convoyeur permet de transférer la trémie entre le plateau tournant et la cellule de contrôle du liant à travers une ouverture dans la cloison. Cette portion permet également la mise en place du rack à vis M20 avec dispositif de détrompage sur le convoyeur pour le vissage des couvercles de conteneurs de type CS6 et CS7.

La cellule de contrôle du liant de clavage (Figure 4-124) permet à l'opérateur de réaliser les différents contrôles du liant (ouvrabilité, écoulement, etc.) et de mettre en place le rack à vis pour le vissage des conteneurs de type CS6 et CS7. Cette cellule est composée :

- d'une paillasse avec évier et outils de mesure ;
- d'une portion de convoyeur avec dispositif de détrompage pour la mise en place du rack à vis ;
- d'un mât de connexion de la trémie afin de permettre l'injection du liant pour le prélèvement d'un échantillon ;
- d'une protection grillagée autour du convoyeur et du mât de connexion de la trémie.

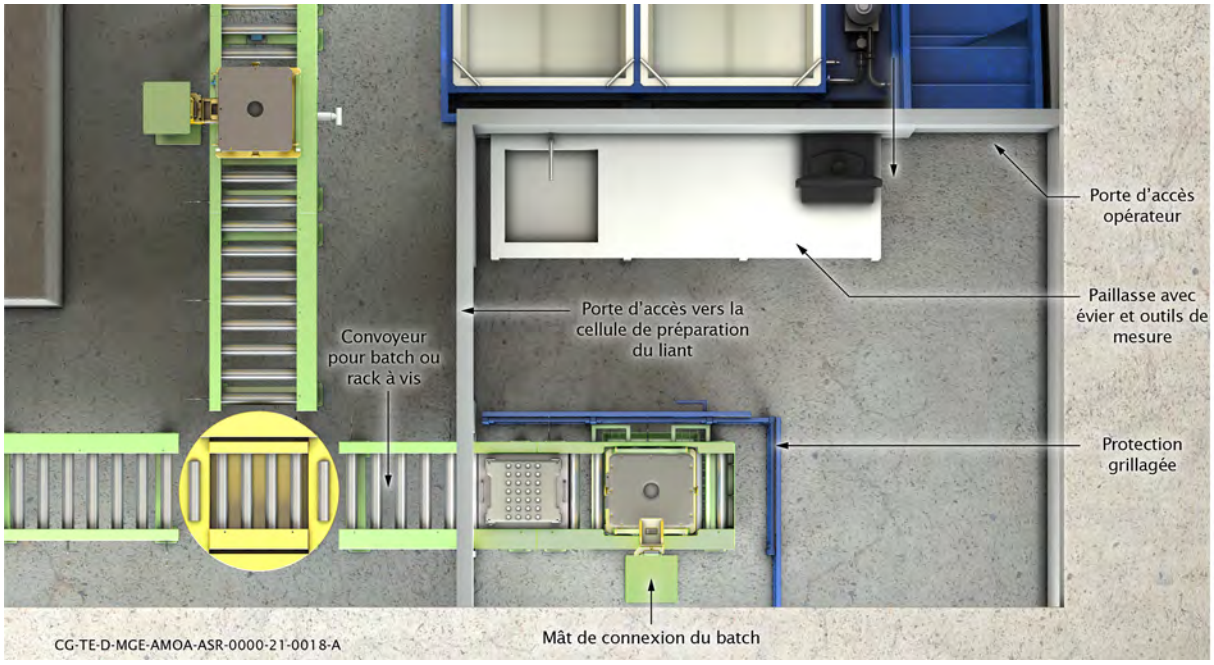


Figure 4-124 Illustration du poste de contrôle du liant de clavage

La cellule de contrôle du liant possède des protections grillagées protégeant l'opérateur des différentes pièces en mouvement et du contact intempestif avec le liant. Une porte grillagée permet l'accès au mât de connexion et d'injection pour maintenance. Son ouverture entraine l'arrêt du convoyeur, de l'injection de la trémie et de tout organe mécanique en mouvement à proximité de la zone. Son fonctionnement est semblable à un arrêt d'urgence.

Une deuxième porte permet d'accéder au support sous le convoyeur pour récupérer l'échantillon de liant à contrôler. L'injection de liant ne peut se faire tant que cette porte n'est pas fermée par l'opérateur. Cette porte permet aussi d'accéder au convoyeur pour y déposer le rack à vis pour les conteneurs de type CS7. À la suite des étapes de contrôle du liant, la trémie est transférée par le convoyeur jusqu'au sas d'introduction en cellule.

La gestion des modes dégradés de l'unité de préparation de liant hydraulique et de transfert des trémies ou vis.

Aucune panne de cette unité ne constitue un blocage potentiel de la chaîne cinématique des colis. L'accès aux équipements dans cette zone est règlementé mais accessible. Pendant la phase de maintenance, les colis en attente de fermeture en cellule peuvent soit rester en attente, soit être renvoyés vers la zone tampon principale des colis de stockage.

4.1.7.4.5 Le sas de transfert des trémies de liant en cellule de fermeture des colis de stockage

Le sas constitue un accès entre les zones accessibles et non accessibles. Il est localisé entre la zone arrière et la cellule de fermeture des colis de stockage (Figure 4-125).

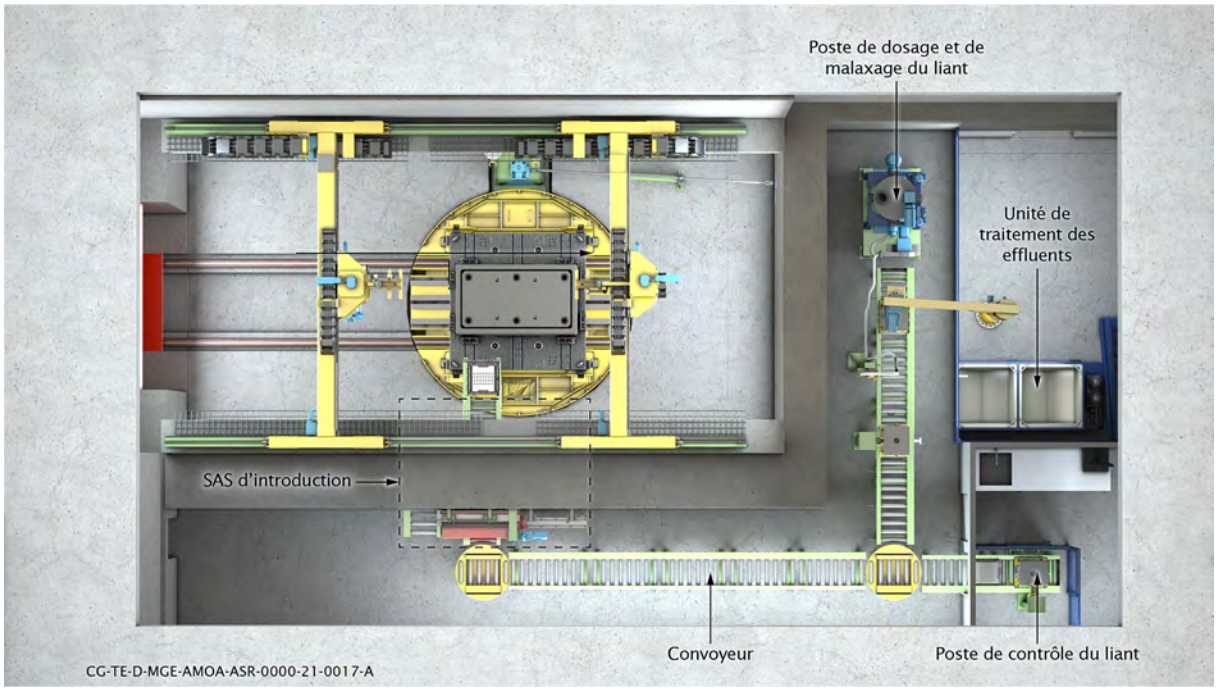


Figure 4-125 *Illustration de l'agencement des convoyeurs et du sas d'introduction des trémies de liant de clavage en zone arrière de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL*

Le sas d'introduction se décompose en quatre sous-ensembles (Figure 4-126) :

- un sas avec convoyeur motorisé ;
- une porte motorisée côté zone arrière ;
- une porte motorisée côté cellule ;
- un dispositif de verrouillage des portes.

Un convoyeur motorisé est fixé à l'intérieur du sas. Lors de l'introduction de la trémie de liant dans le sas, l'arrêt en position de la trémie sur le convoyeur est donné par deux capteurs fixés sur le convoyeur. Un doigt de verrouillage sur le convoyeur maintient la trémie pendant l'ouverture/fermeture des portes. Des capteurs détectent les positions rentrée et sortie du doigt.

Les portes sont manœuvrées à l'aide d'un système pignon crémaillère. Chaque porte est dimensionnée pour assurer une continuité de la fonction de protection radiologique équivalente à l'épaisseur du voile de la cellule. Un tronçon de rouleaux de convoyeur motorisé est fixé sur la porte afin de combler le passage de porte pour le transfert de la trémie.

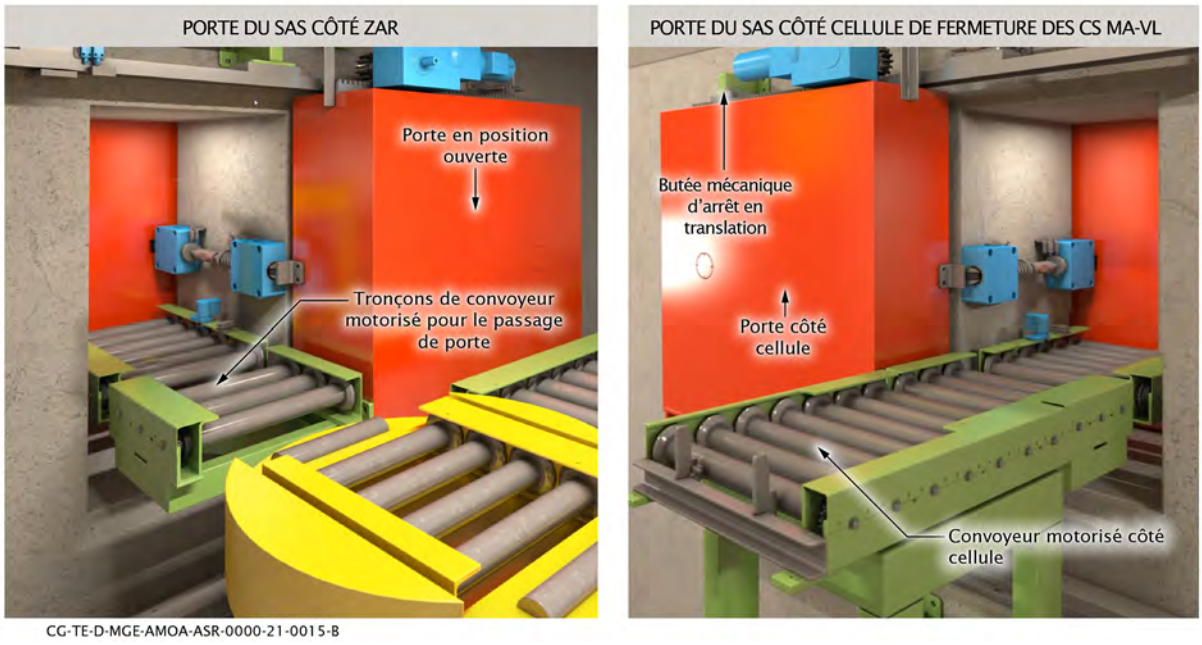


Figure 4-126 *Illustration de la porte du sas côté ZAR et porte du sas côté cellule de conditionnement MA-VL*

La gestion des modes dégradés des équipements du sas de la zone arrière de la cellule de fermeture

Les opérations de maintenance curative suite à une panne affectant la porte côté zone arrière ou le convoyeur dans le sas sont réalisées sans évacuation du colis de stockage en cellule.

Une opération curative consécutive à une panne affectant le porte côté cellule nécessite l'évacuation du colis de stockage vers la zone tampon principale des colis afin d'intervenir en cellule depuis la zone arrière après une procédure particulière de déclassement du local et de consignation des portes.

4.1.7.4.6 Le portique de clavage et contrôle des colis de stockage MA-VL fermés (C6)

Le portique de clavage et de contrôle C6 est réalisé sur le même modèle que le portique de vissage. Les sous-ensembles supérieurs de translation, de direction ainsi que le mât ont un fonctionnement similaire au descriptif du portique de vissage décrit précédemment.

Celui-ci circule sur la même voie de roulement. La particularité du portique réside dans la partie basse du mât vertical qui comprend un bras permettant la préhension d'un batch de liant de clavage et d'une caméra permettant le contrôle C6 de la bonne réalisation des opérations.

Ce portique permet de réaliser les opérations suivantes :

- la reconnaissance visuelle et dimensionnelle par caméra de la surface supérieure du colis au poste de clavage ;
- le contrôle de réalisation (C6) du vissage correct des couvercles de conteneurs béton ainsi que des couvercles en acier de paniers (CS6/CS7) et enregistrement vidéo associé ;
- la préhension et dépose de la trémie de liant de clavage sur le convoyeur ;
- la manutention de la trémie de liant clavage au-dessus du colis suivant trois axes ;
- l'injection du liant de clavage ;
- le contrôle de réalisation (C6) de l'opération de mise en œuvre du liant après injection et l'enregistrement vidéo associé.

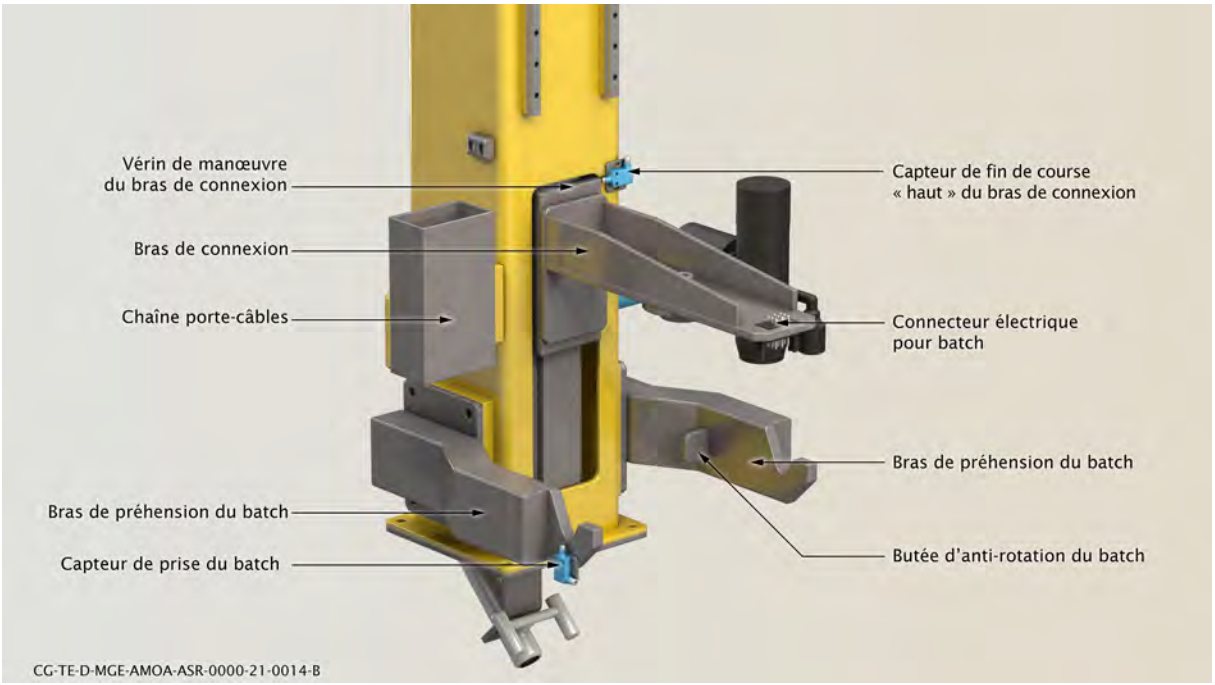


Figure 4-127 Illustration de la partie basse du mât de portique de clavage et contrôle C6

En partie basse du mât (Figure 4-127), deux bras boulonnés de part et d'autre du mât servent de support au batch de liant de clavage. Deux butées empêchent la rotation de la trémie autour de l'axe des tourillons tant que celui-ci n'est pas maintenu par le bras de connexion. Un bras de connexion permet de maintenir et de connecter électriquement la trémie. Ce bras de connexion est mis en place par un vérin sans tige à guidage intégré.

Une caméra tube durcie avec son éclairage fixé en bout de mât permet l'enregistrement vidéo au plus près de l'injection du liant. Une caméra tourelle durcie avec son éclairage fixée en partie basse du mât permet de compléter l'enregistrement vidéo pour le contrôle C6 (le détail du contrôle est décrit au chapitre 4.1.7.5.4 du présent volume. Ce contrôle en direct permet à l'opérateur d'arrêter l'injection de liant de clavage à tout moment.

La gestion des modes dégradés du portique de vissage et de clavage

Les deux portiques fonctionnent sur le même principe. La défaillance d'un portique a pour conséquence l'interruption de l'opération en cours. Toutes les évolutions des portiques ont lieu au-dessus du colis de stockage, en conséquence l'arrêt d'un portique ne gêne pas la sortie du colis de stockage présent dans la cellule de fermeture des colis de stockage. Les opérations de maintenance peuvent être effectuées après évacuation du colis de stockage et consignation de la cellule.

4.1.7.5 Le fonctionnement de la zone de fermeture des colis de stockage MA-VL

Après l'opération de préparation des colis de stockage, les colis de stockage MA-VL en conteneur béton ou les paniers en acier sont munis d'un couvercle posé. Ils sont transférés dans la cellule de fermeture MA-VL. Les opérations schématisées sur la figure 4-128 suivante sont ensuite effectuées.

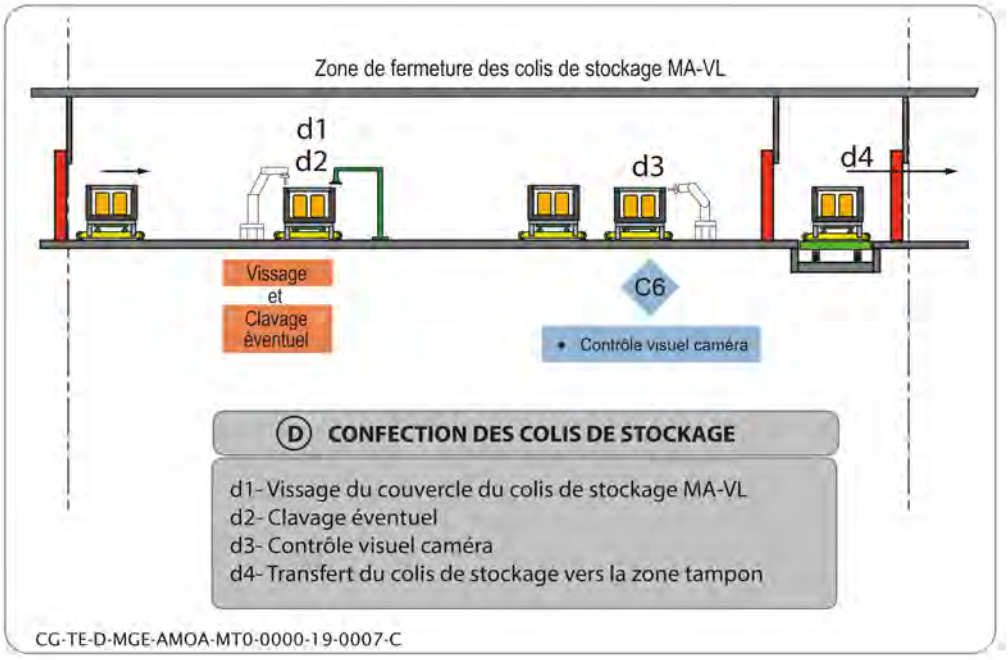
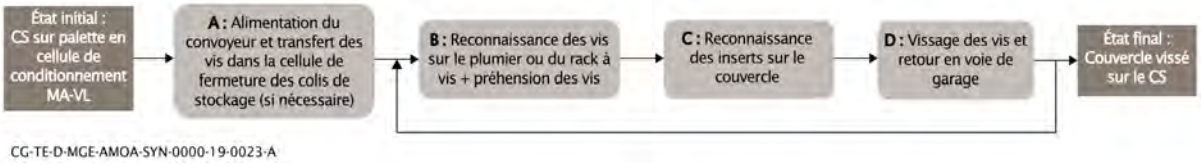


Figure 4-128 Schéma de principe de la fermeture des colis de stockage MA-VL

4.1.7.5.1 Le vissage du couvercle du conteneur ou panier MA-VL (opération d1, figure 4-127)

Les opérations de vissage du couvercle du conteneur ou panier MA-VL sont illustrées sur la figure 4-129.



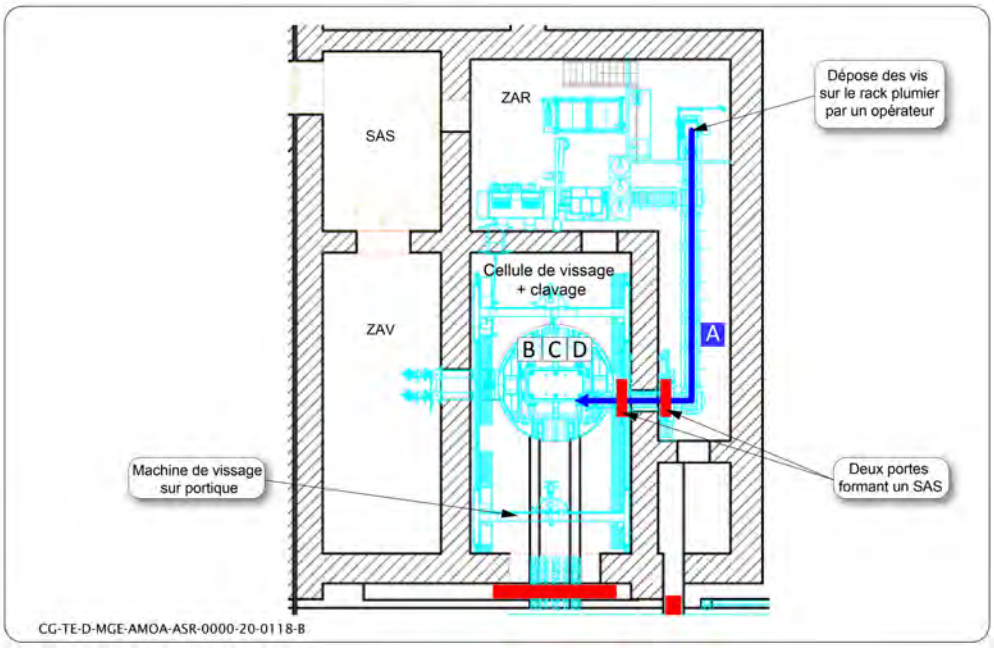


Figure 4-129 Schéma de principe des opérations de vissage

Deux types de vissages sont possibles (Figure 4-130) :

- le cas le plus courant est le vissage pour les conteneurs de stockage en béton. Ces vis sont placées sur le plumier de la palette dès la phase de préparation des conteneurs neufs. Dans ce cas le portique saisit les vis directement sur la palette ;
- pour les conteneurs métalliques de type CS6 et CS7 et panier de stockage, les vis sont approvisionnées par un rack qui entre en cellule par le convoyeur.

Les paramètres de vissage dont le couple de serrage sont contrôlés pendant les opérations et sont enregistrés dans la base de gestion de production.

4.1.7.5.2 La préparation du liant hydraulique pour le clavage de certains colis de stockage MA-VL

Les opérations de préparation du liant hydraulique pour le clavage sont illustrées sur la figure 4-130.

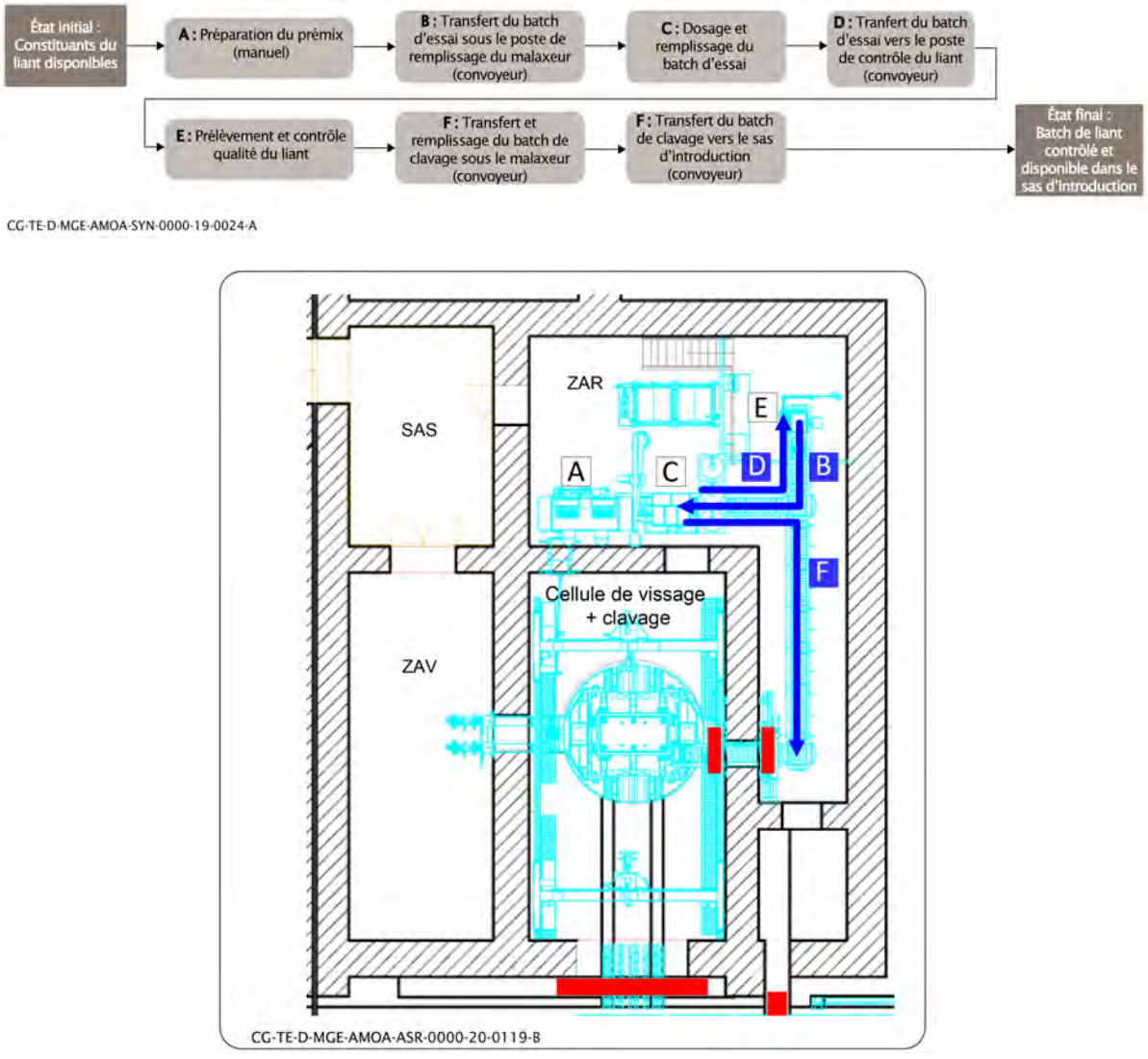


Figure 4-130 Schéma de principe du process de préparation du liant de clavage

L'opération de clavage consiste à remplir l'interstice entre le couvercle et le corps du conteneur de stockage avec un liant hydraulique, afin de lui conférer de meilleures propriétés de confinement. Les formes intérieures entre le couvercle et le conteneur créent une clé de clavage. Les colis de stockage MA-VL ne sont pas tous concernés par cette opération, ce sont les caractéristiques des colis primaires qui déterminent si le clavage est à réaliser.

Les opérations de préparation du liant de clavage sont pilotées depuis la salle de conduite centralisée (SCC). Une opération manuelle est réalisée préalablement dans le local de préparation par un opérateur pour vider des saches contenant des constituants pré-dosés (prémix) dans un réservoir tampon d'une capacité équivalente à une journée de clavage.

Un malaxeur localisé sous le réservoir de prémix effectue les opérations de mélange avec l'eau, le prémix, et les adjuvants par batch de petite quantité.

Un opérateur récupère une petite quantité de liant dans un batch d'essais et le dépose au poste de travail. Le liant est contrôlé après chaque gâchée afin de vérifier la conformité aux caractéristiques attendues. Des éprouvettes sont également constituées comme témoins à des fins de contrôles ultérieurs Après validation de la qualité du liant, la trémie de clavage est remplie et transférée vers le sas d'introduction dans la cellule.

4.1.7.5.3 Le clavage du conteneur de stockage MA-VL (opération d2, figure 4-127)

Les opérations de clavage du conteneur sont illustrées sur la figure 4-131.

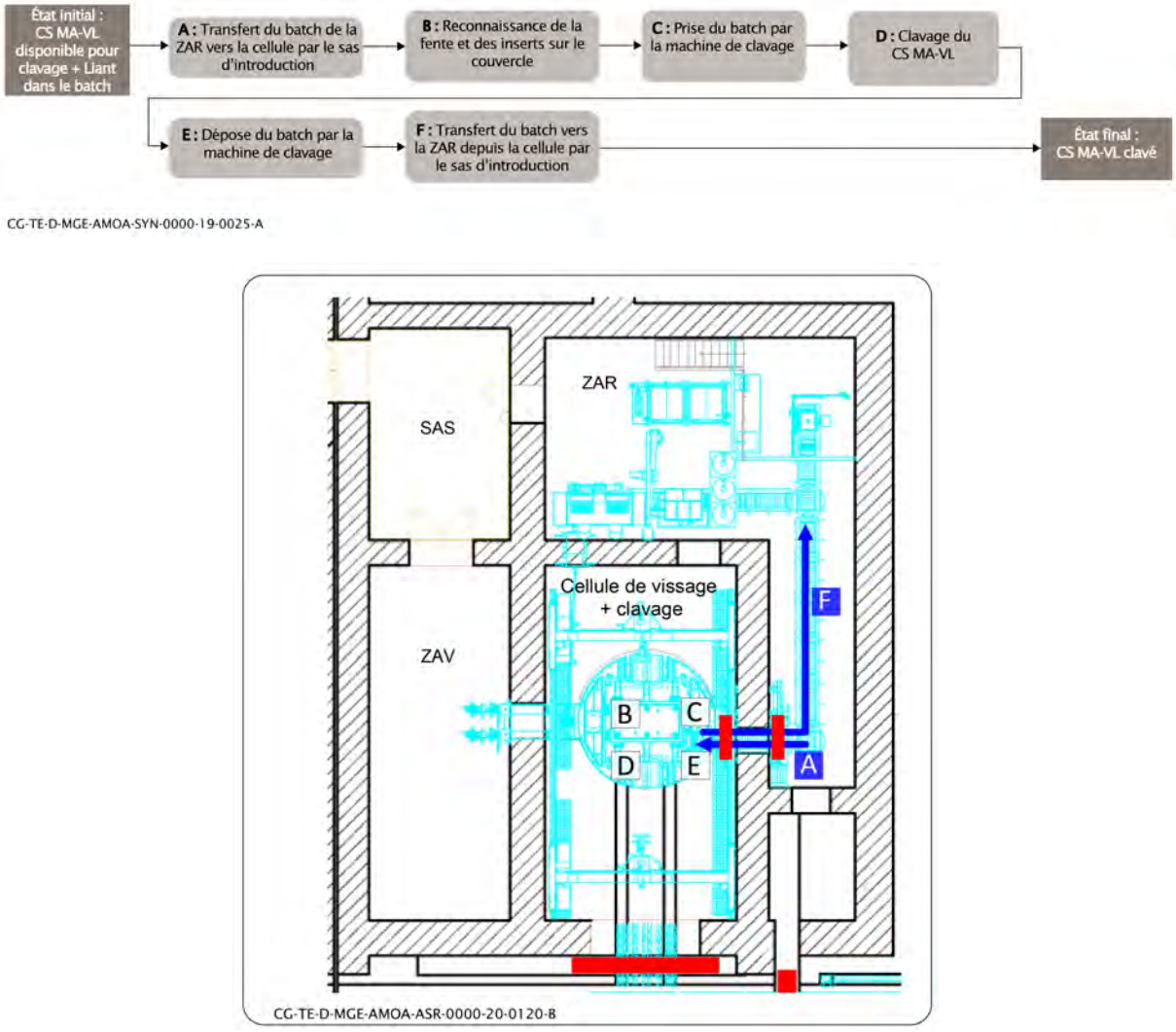


Figure 4-131 Schéma de principe du process de clavage des colis de stockage MA-VL

Le clavage est réalisé avec un principe équivalent au vissage (Figure 4-132). La machine de clavage saisit la trémie sur le convoyeur et va identifier les orifices puis réaliser le clavage.

À la fin du remplissage, la trémie est déposée sur le convoyeur pour retourner en zone arrière (ZAR) afin d'être contrôlé et nettoyé avant d'être réutilisé pour le clavage d'un autre colis de stockage.

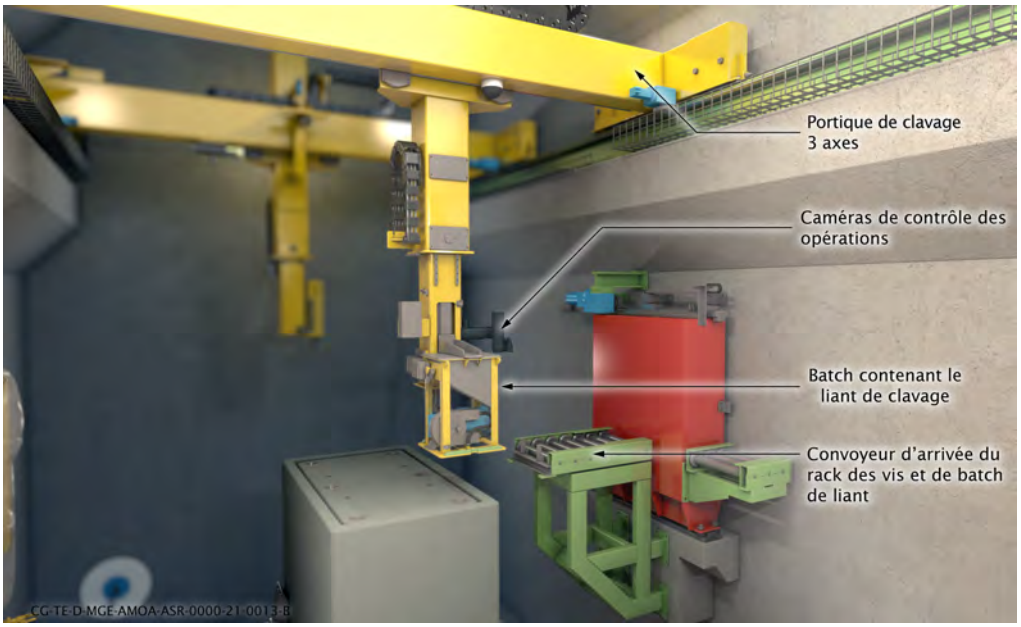


Figure 4-132 Illustration d'une opération de clavage d'un colis de stockage MA-VL

4.1.7.5.4 Le contrôle de la fermeture des colis de stockage MA-VL (C6)

Le contrôle C6 consiste à vérifier que les opérations de fermeture des colis de stockage MA-VL en conteneurs béton, en conteneurs métalliques ou en paniers de stockage (vissage et le cas échéant additionnées d'un clavage du couvercle) sont conformes aux spécifications. Cette opération s'effectue avec la caméra présente sur la machine de clavage.

À l'aide des caméras vidéo disposées sur le portique de clavage, un opérateur en salle de conduite centralisée (SCC) vérifie dans un premier temps que le vissage a été correctement réalisé et que toutes les vis sont dans leurs logements. Un opérateur interprète les images enregistrées pendant le process et peut éventuellement prendre la main sur le portique pour examiner une zone douteuse à l'aide des caméras mobiles. En cas de doute, un contrôle de reconnaissance d'image peut assister l'opérateur pendant cette phase

Parallèlement un enregistrement de toutes les zones vissées est réalisé pour pouvoir contrôler et certifier de la bonne exécution des opérations. La phase de clavage éventuelle ne peut pas avoir lieu si cette étape n'est pas conforme.

Le contrôle C6 du clavage est basé sur le même principe, l'opérateur en salle de conduite vérifie l'absence de manques ou d'excès de liant hydraulique, en s'aidant d'une assistance informatique et de l'enregistrement réalisé. Cas de contrôle non conforme pour le vissage :

- l'opérateur agit depuis la salle de conduite centralisée pour procéder au retrait en mode semi-automatique de la vis mal fixée et peut initier une nouvelle tentative de vissage (avec la même vis ou une autre présente sur le plumier) ;
- en cas de blocage d'une vis, un opérateur peut agir en local depuis la zone avant (ZAV) en utilisant le poste de conduite locale (PCL) et les télémanipulateurs de la cellule. Des outillages téléopérables sont disponibles à demeure pour ces cas ;
- en cas d'échec de mise en place d'une vis, le remplacement du conteneur défectueux est possible en retirant l'ensemble des vis et en transférant le colis de stockage vers la cellule de préparation des colis de stockage (les colis primaires (CP) sont déchargés puis remis dans un conteneur neuf) ;

- dans le cas spécifique comprenant un blocage d'une vis en position intermédiaire ne permettant pas le gerbage des colis dans les alvéoles de stockage, le colis est transféré en cellule de réouverture des colis de stockage ou de traitement de non-conformité dans lequel des outillages permettent la réouverture du couvercle.

Cas de contrôle non conforme pour le clavage :

- en cas de manque ou d'excès de liant de clavage, il est possible d'agir localement tant que le liant est frais. Un opérateur peut agir en local depuis la zone avant de la cellule (ZAV) en utilisant le poste de conduite locale (PCL) et les télémanipulateurs de la cellule. L'opérateur peut procéder à la rotation de la table pour placer la zone à traiter face au télémanipulateur et procéder à des opérations de remplissage complémentaires ou de retrait d'excédents à l'aide d'outils telles que truelles téléopérables ;
- en dernier lieu, en cas de difficulté à traiter localement le clavage non conforme, le colis peut être transféré en cellule de réouverture des colis de stockage dans lequel des outillages permettent la réouverture d'un colis ou dans le local des colis non conformes en attente de gestion ou d'obtention d'une dérogation à la spécification.

À l'issue de ces contrôles, le colis est transféré vers la zone tampon principale. Les colis de stockage en béton non clavés ou en paniers métalliques sont disponibles immédiatement pour une mise en stockage. Les colis de stockage dont le couvercle a été clavé avec un liant hydraulique restent immobilisés sept jours dans la zone tampon principale afin permettre le séchage du liant.

4.1.7.6 Le pilotage de la zone de fermeture des colis de stockage MA-VL et principes d'exploitation

4.1.7.6.1 Le pilotage de la zone

Le pilotage de l'installation en fonctionnement normal est opéré depuis un poste de commande distant en automatique dans la salle de conduite centralisée (SCC).

Il est également possible de piloter cette zone sur des postes de conduite locaux (PCL) en cas de besoin. Les postes de conduite locaux sont localisés dans les zones avant (ZAV) puisqu'elles disposent généralement de vision directe au travers des hublots de radioprotection, de télémanipulateurs et d'écrans de visions reliés aux caméras dans la cellule.

La zone avant présente dans la cellule de fermeture des colis de stockage possède la capacité de piloter les équipements suivants :

- la porte coulissante simple vantail de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL ;
- le pont roulant standard CMU 10 tonnes de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL ;
- le poste de vissage des couvercles de conteneurs MA-VL ;
- le poste de clavage et les équipements de contrôle du colis de stockage MA-VL fermé (C6) ;
- le batardeau de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL.

Un arrêt d'urgence présent dans la zone avant permet d'arrêter l'ensemble des équipements cités ci-dessus.

4.1.7.6.2 Les principes d'exploitation

Les principes d'exploitation suivants ont été définis :

- un chariot est présent dans la cellule uniquement pour la dépose ou reprise de palette ;
- les portes process sont normalement fermées, verrouillées et consignées ; les portes d'accès aux zone avant cellule, zone arrière-cellule et zone arrière pont sont fermées, verrouillées et consignées en présence d'un colis ;

- interlockage (non-ouverture simultanée) des portes de la cellule permettant l'alimentation en liant de clavage et en vis avec la porte de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL ;
- une opération non interruptible ne peut démarrer que si elle peut être terminée avant la fin de la période de production ;
- en cas de détection de contamination atmosphérique dans une cellule, celle-ci est maintenue confinée (en dynamique et en statique) ;
- après clavage, le colis de stockage doit être transféré dans un délai maximum de trois heures dans la zone tampon principale avant séchage. Leur mise en stockage ne peut être réalisée qu'après la prise complète soit environs 7 jours.

4.1.8 La fermeture des colis de stockage HA

4.1.8.1 La localisation de la zone de fermeture des colis de stockage HA

La zone de fermeture des conteneurs HA fait partie de la filière 3 du bâtiment nucléaire de surface EP1 (Figure 4-133). Elle est localisée au nord-ouest du bâtiment. Elle comprend cinq postes de process dont trois sont intégrés dans des casemates indépendantes pour faciliter certaines opérations de maintenance.

Figure 4-133 *Illustration de la localisation de la cellule de fermeture des colis de stockage HA dans le bâtiment nucléaire de surface EP1*

4.1.8.2 Les fonctionnalités de la zone de fermeture des colis de stockage HA

Les fonctions principales de la zone sont les suivantes :

- préparation au soudage des conteneurs de stockage HA ;
- fermeture par soudage des colis de stockage HA ;
- détensionnement des contraintes résiduelles du conteneur HA ;
- préparation au contrôle des conteneurs HA ;
- contrôle des colis de stockage fermés (C6).

4.1.8.3 Les caractéristiques techniques de la zone de fermeture des colis de stockage HA

Le tableau 4-13 et la figure 4-134 présentent les zonages radiologiques et les classes de confinement associées aux locaux de la zone de fermeture des colis de stockage HA.

Tableau 4-13 Caractéristiques techniques de la zone

Type de local	Classe de confinement	Zonage radiologique
Cellule Process	C2	Zone contrôlée rouge
ZAR pont du local (niv +6 m)	C2	Zone contrôlée jaune
ZAV/ZAR (localisées à l'arrière de la cellule process)	C2	Zone surveillée bleue
Sur-cellule HA (+12 m)	C1	Zone contrôlée jaune

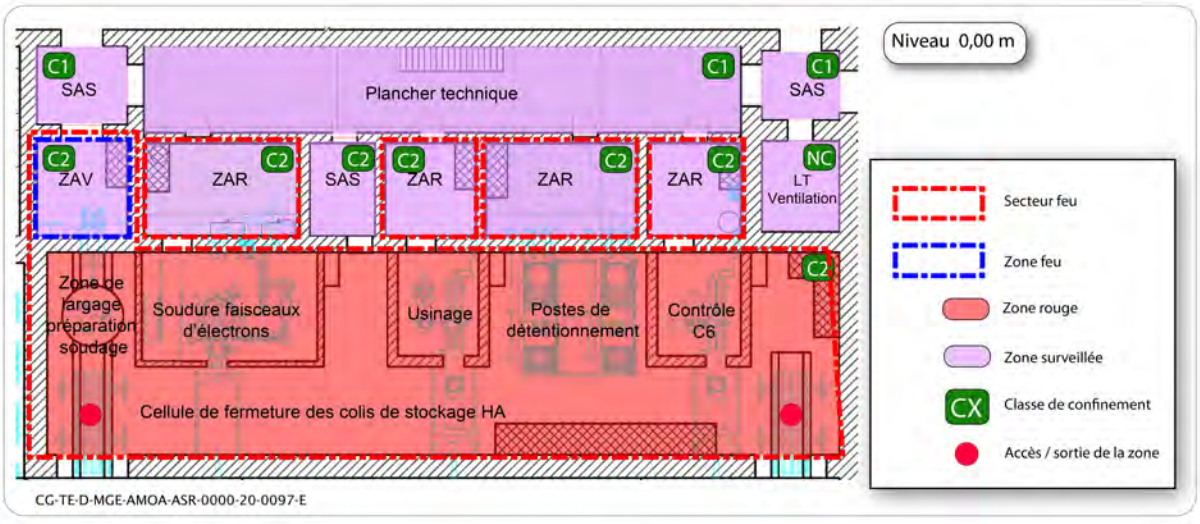


Figure 4-134 Caractéristiques techniques de la zone de fermeture des colis de stockage HA (niveau + 0.00)

4.1.8.4 La description des équipements de la cellule de fermeture des colis de stockage (HA)

La cellule de fermeture des colis de stockage HA est constituée par (Figure 4-135) :

- un poste d'accueil de la palette ;
- un poste de préparation du colis (hublot et bras télémanipulateurs) ;
- une casemate comprenant une machine de soudage par faisceau d'électrons (FE) ;
- une casemate comprenant une machine d'usinage ;
- deux postes de détensionnement ;
- une casemate comprenant une machine de contrôle de la soudure (C6) ;
- un pont nucléarisé permettant de survoler l'ensemble de la cellule ;
- un garage de pont situé au niveau +6 m dans le prolongement de la cellule de fermeture des colis de stockage, séparée avec une porte batardeau ;
- des grappins pour nacelle et colis de stockage HA.

Les trois casemates principales sont surmontées par un bouchon supérieur permettant de donner accès par le dessus à un composant ou le colis de stockage dans certains cas de blocages.

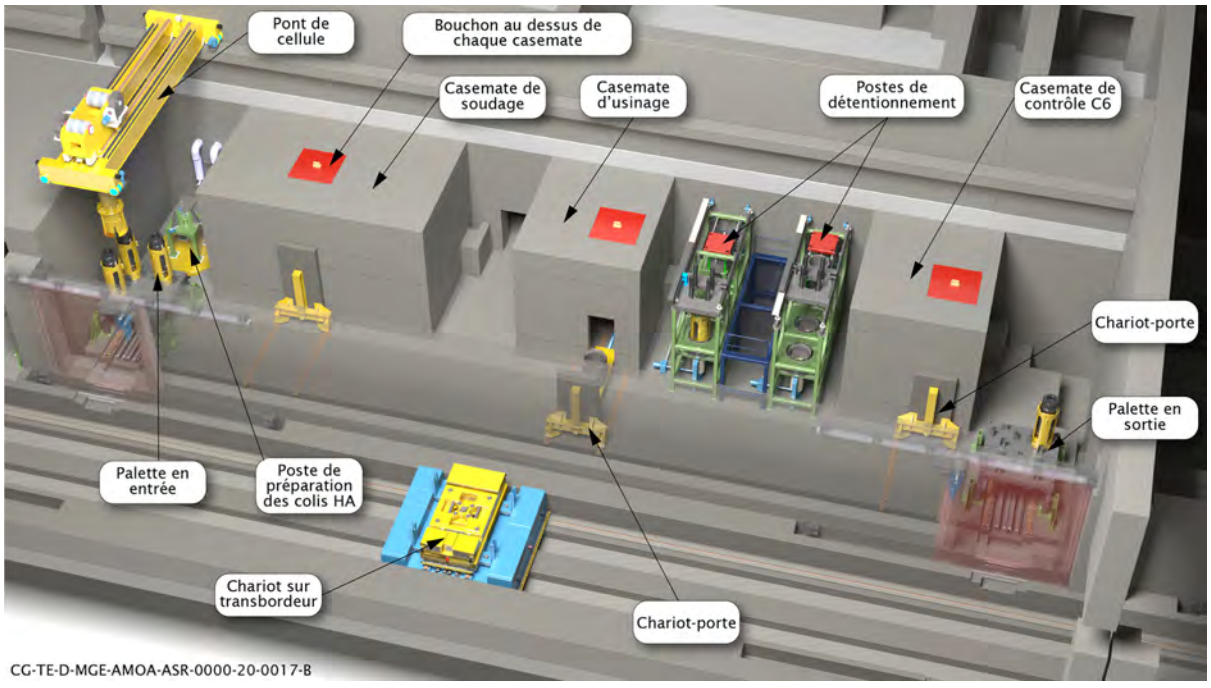


Figure 4-135 Illustration de la cellule de fermeture des colis de stockage HA

4.1.8.4.1 Le pont de manutention

Un pont nucléarisé de capacité de 10 tonnes couvre la totalité de la cellule de fermeture des colis de stockage HA. Il permet la manutention des colis de stockage HA préparés (couvercle posé non soudé) depuis la zone d'introduction en cellule vers les postes de travail : soudage par faisceau d'électrons, détensionnement, usinage, contrôle d'usinage, contrôle C6.

Il permet également le retrait des bouchons supérieurs de casemate pour extraire les colis de stockage dans des cas de pannes en mode dégradé.

Le repli et le soutien du pont nucléarisé sont identiques aux autres ponts de même type (cf. Pont de déchargement des colis primaires en cellule de déchargement).

La manutention des colis de stockage HA est effectuée avec des nacelles configurables qui ont plusieurs fonctions :

- manutentionner les colis de stockage HA sans utiliser les interfaces de préhension localisées sur le couvercle du conteneur HA (tant que la soudure couvercle/corps n'est pas contrôlée conforme) ;
- garantir la hauteur du plan de joint identique quel que soit le type de colis de stockage (cinq hauteurs différentes) ;
- uniformiser les interfaces de manutention des colis (deux types de diamètre) ;
- uniformiser les charges avec des lests placés au fond de la nacelle.

Un palonnier permet de déplacer les nacelles sans utiliser les gorges de manutention localisées sur le couvercle du conteneur HA.

4.1.8.4.2 Les casemates et chariots portes

Afin de minimiser les impacts opérationnels sur l'installation lors des maintenances ou des réglages, les machines suivantes sont isolées dans des casemates en béton :

- la machine de soudage ;
- la machine d'usinage ;
- la machine de contrôle C6.

Chaque casemate est indépendante en termes de protection radiologique de par ses voiles en béton et la porte chariot qui assure une protection radiologique équivalente à celle du béton (Figure 4-136).

La mise en casemate de certaines fonctions répond à un besoin de souplesse et de flexibilité en cas de panne. En effet, l'absence de casemate nécessiterait d'évacuer systématiquement l'ensemble des colis présents dans la cellule pour accéder à un équipement défaillant. Chaque casemate a donc une possibilité d'accès depuis la zone arrière (ZAR). Cet accès n'est possible qu'après l'évacuation du colis présent dans la casemate et après une opération de déclassement et consignation. Les opérateurs qui pénètrent dans une casemate sont ainsi protégés des rayonnements même en présence de colis en cellule de fermeture des colis de stockage HA.

Figure 4-136 *Illustration d'un chariot-porte, rack en cours de transfert dans l'enceinte à vide de la casemate de soudage*

Un châssis mécanosoudé équipé de quatre galets de roulement et de quatre galets de guidage latéraux permet la translation et le guidage du chariot sur les voies de roulements. Des griffes anti-basculement permettent le maintien du chariot sur les voies de roulement pour assurer le maintien en cas de séisme.

Le système d'entrainement du chariot est composé d'une chaine pousseuse, d'un réducteur, d'arbres d'entrainement et d'une motorisation déportée en zone arrière de cellule (ZAR), c'est à dire accessible aux opérateurs de maintenance en toutes circonstances.

Le déplacement du chariot sur sa voie de roulement est assuré par une chaîne pousseuse dont le magasin est fixé sur sa partie supérieure (Figure 4-137). La motorisation de cette chaîne pousseuse est réalisée par un moteur asynchrone situé en zone arrière. Un frein par manque de courant intégré au moteur maintient la position du chariot à l'arrêt.

L'arbre de transmission de la motorisation passe à travers une traversée de cloison assurant la continuité de la protection radiologique et le confinement entre la cellule la zone arrière.

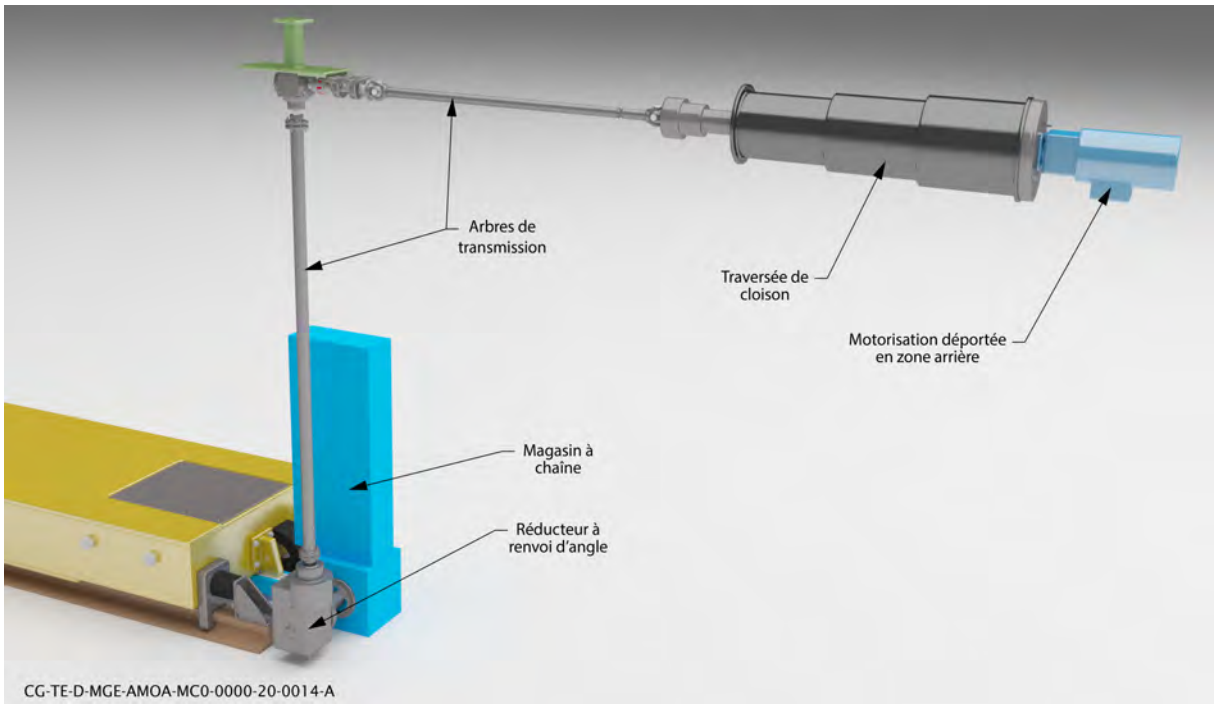


Figure 4-137 *Illustration de la motorisation de la chaîne pousseuse de la cellule de fermeture des colis de stockage HA*

Les moyens de repli et de soutien des chariot portes ont été définis pour l'ensemble des cas de dysfonctionnement de la chaine cinématique afin d'éviter une situation de blocage. Ils se résument par diverses solutions techniques permettant l'évacuation des colis de stockage en vue d'une intervention de maintenance.

Ces moyens sont les suivants :

- entrée ou sortie du chariot porte ; défaillances liées à la motorisation, à la chaine pousseuse ou de la transmission mécanique :
  - ✓ actions possibles depuis la zone arrière : carré de manœuvre pour évacuation du colis de stockage HA en cellule, repli possible en casemate pour évacuation du colis de stockage HA par le toit de la casemate (prise au pont roulant) ;
  - ✓ actions possibles depuis la zone avant (ZAV) : passage d'une barre de traction avec crochet et tirefort jusqu'à rupture de vis fusibles, puis évacuation du colis de stockage HA ;

- déverrouillage du chariot porte en casemate ; défaillances liées au système de verrouillage (porte sur le rack de transfert ou rack sur chariot), défaillance de la pince de préhension : levage et évacuation de la dalle de la casemate, puis du toit de l'enceinte à vide pour accéder au colis de stockage HA qui est évacué hors de la casemate ;
- translation du rack de transfert ; défaillance motorisation ou de la transmission de la chaine pousseuse de la pince : sortie des vérins du chariot et poussée du rack dans l'enceinte à vide pour une évacuation vers le toit de la casemate.

4.1.8.4.3 Le poste d'accueil de la palette

Le poste d'accueil (au premier plan de la figure 4-138) permet la dépose d'une palette en cellule par le transbordeur et chariot palette. Le poste est équipé de structures de maintien.

Une palette est présente en sortie de cellule de fermeture des colis de stockage afin de permettre la sortie des colis fermés. Cette palette est disposée sur une structure de maintien identique au poste d'accueil.

4.1.8.4.4 Le poste de préparation de la fermeture du colis de stockage HA

Un poste de préparation est localisé à proximité immédiate de la palette d'accueil (cf. Figure 4-138). La fonction est le contrôle des faces à souder sous le couvercle et sur la face supérieure du corps de conteneur HA. Le fonctionnement est décrit au chapitre 4.1.8.5 du présent volume.

Ce poste est composé par :

- une table tournante ;
- un ensemble de télémanipulation ;
- un hublot de vision et des bras manipulateurs.

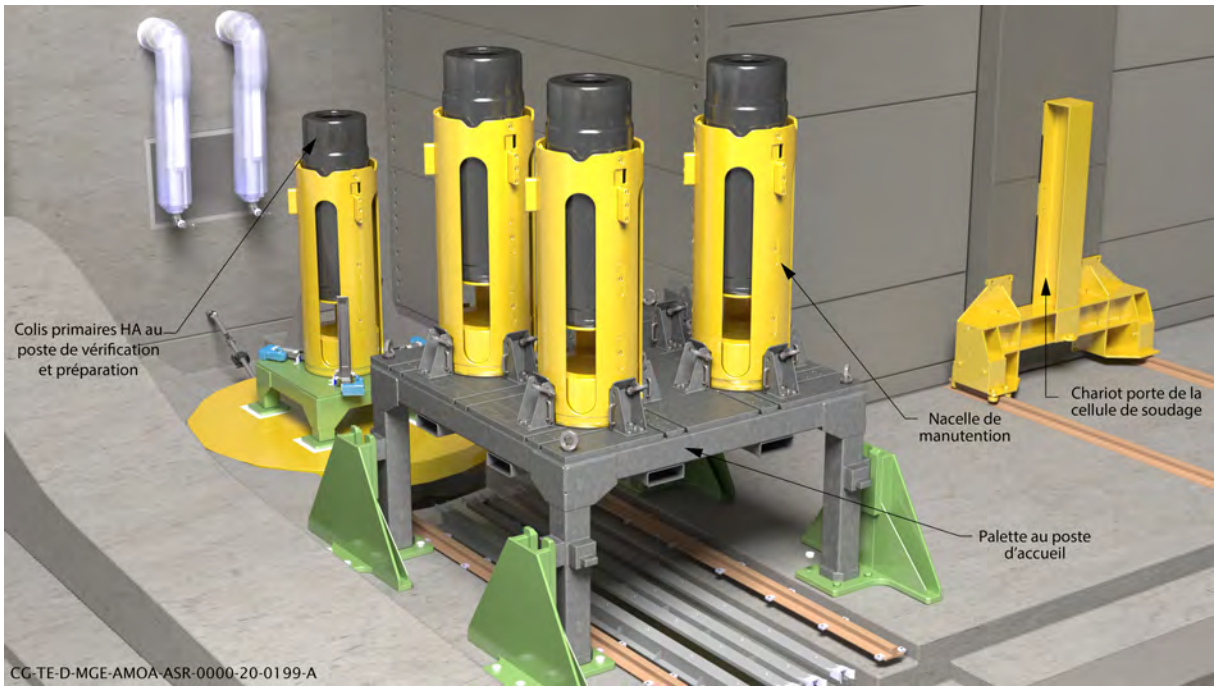


Figure 4-138 *Illustration du poste d'accueil de la palette en cellule de fermeture HA et poste de de préparation des surfaces de soudage*

4.1.8.4.5 Le poste de soudage

Le poste de soudage est composé des sous-ensembles suivants (Figure 4-139) :

- sous ensemble enceinte à vide :

  L'enceinte à vide est un ensemble mécanosoudé équipée d'une porte mécanosoudée dans laquelle le couvercle de conteneur est soudé sur le corps du conteneur dans un vide secondaire. La forme de l'enceinte permet d'optimiser le volume intérieur en fonction des contraintes dimensionnelles du colis et du process de soudage. L'enceinte est composée des éléments suivants :
  - ✓ une enceinte à vide avec sa porte motorisée deux axes ;
  - ✓ un dispositif de tir par faisceau d'électrons et ses équipements de contrôle ;
  - ✓ un groupe de tirage au vide (localisé en zone arrière) ;
  - ✓ un groupe de refroidissement (localisé en zone arrière) ;
  - ✓ un couvercle avec grappin de couvercle de conteneur.

Figure 4-139 *Illustration de l'enceinte de soudage et sa porte motorisée coulissante deux axes (parois de la casemate et des murs de cellule non représentés)*

- sous ensemble canon à électrons est constitué par (Figure 4-140) :
  - ✓ un canon à faisceau d'électrons ;
  - ✓ deux interféromètres laser avec obturateurs et hublots de vision ;
  - ✓ un dispositif de positionnement du faisceau sur table mobile avec moteur de translation verticale.

Le fonctionnement de la fermeture des colis HA est décrit au chapitre 4.1.8.5 du présent volume.

Figure 4-140 *Illustration de la table de translation verticale du canon à faisceau d'électrons de la cellule de fermeture des colis de stockage HA*

- sous ensemble pompes à vide : le pompage au vide est produit par des pompes turbomoléculaires pour le tirage au vide secondaire de l'enceinte et du canon. Dans la mesure où les équipements peuvent être éloignés du colis irradiant, les équipements sont déportés en zone arrière afin d'une part de les éloigner des rayonnements qui peuvent altérer leur fonctionnement et d'autre part d'en faciliter la maintenance. Il s'agit en particulier des cartes électroniques, des pompes primaires, le groupe froid. Certains composants qui ne peuvent être déportés comme les capteurs de pression sont sans électronique. Les pompes secondaires qui ne peuvent pas être déportées sont protégées par un blindage local.

  Le refoulement des pompes est raccordé à la ventilation nucléaire.

  L'ensemble du groupe de pompage du poste de soudage à faisceau d'électrons est décomposé de la manière suivante :

  - ✓ un circuit de pompage primaire et secondaire de l'enceinte ;
  - ✓ un circuit de pompage primaire et secondaire du canon ;
  - ✓ un circuit de pompage primaire interjoint ;
- groupe de refroidissement (Figure 4-141) : implanté en zone arrière (accessible aux opérateurs), il permet de refroidir le cœur du canon, les pompes secondaires du canon et la pompe secondaire de l'enceinte. Le groupe de refroidissement est composé d'un groupe froid standard, d'un skid de distribution et d'un réseau de tuyauteries permettant d'acheminer le fluide de refroidissement de la zone arrière (ZAR) vers les composants en casemate.

Figure 4-141 *Illustration de l'implantation du circuit de refroidissement du canon de soudage et pompes associées*

4.1.8.4.6 Le poste d'usinage

Au poste d'usinage (Figure 4-142), le bourrelet du cordon de soudure est usiné afin que l'état de surface soit compatible avec les méthodes de contrôle de la soudure (C6) dont les sondes nécessitent un bon contact de surface.

Un nettoyage de la zone usinée est également effectué sur ce poste. Le nettoyage consiste à brosser la surface de la partie supérieure du conteneur de soudage HA qui a été exposée aux gaz et fumées issus de la fusion métallique lors de soudure.

Figure 4-142 *Illustration de la casemate d'usinage*

Le poste d'usinage est composé des sous-ensembles suivants :

- potence de manutention ;
- tête d'usinage ;
- poste de changeur d'outil (et récupérateur de copeaux) ;
- caméras pour le contrôle visuel de l'usinage.

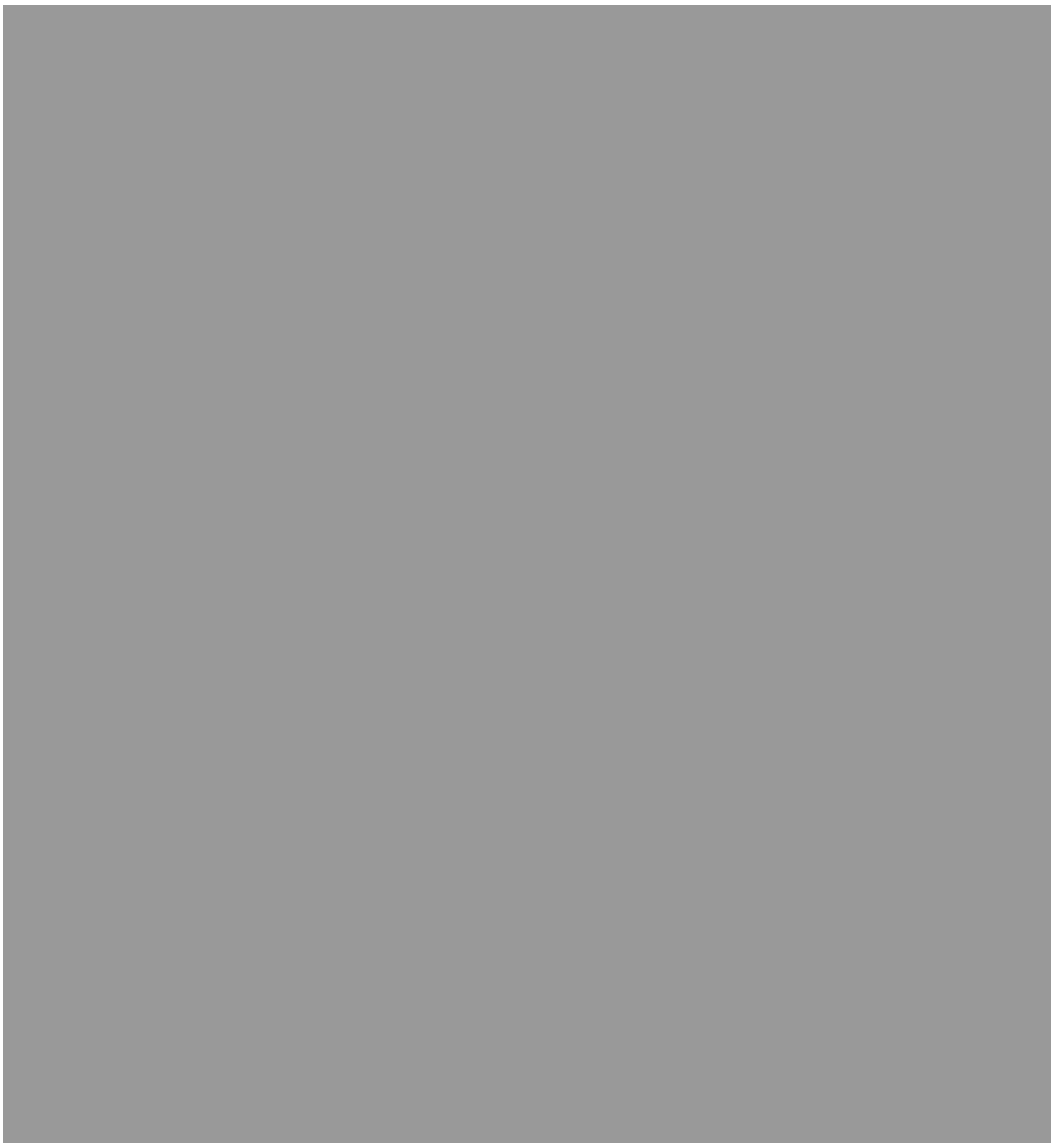


Figure 4-144 *Illustration de l'unité d'usinage de la cellule de fermeture des colis de stockage HA*

- sous ensemble poste de changeur d'outil (et récupérateur des copeaux) (Figure 4-145) : le poste changeur d'outil permet le remplacement d'une fraise usée par une fraise neuve et l'évacuation des copeaux d'usinage vers un bac de récupération.

Figure 4-145 Illustration du poste de changeur d'outil et vue de dessus des emplacements des fraises d'usinage

- caméras pour le contrôle visuel de l'usinage : des caméras avec leur éclairage intégré sont implantées dans la casemate pour permettre une couverture visuelle du colis de stockage HA pour l'enregistrement vidéo de l'opération d'usinage.

4.1.8.4.7 Le poste de détensionnement de la soudure

Le dispositif de détensionnement (Figure 4-146) a pour fonction de libérer les contraintes résiduelles dans les matériaux dues à l'opération de soudage. Pour des raisons de flux, deux ensembles identiques sont implantés côte à côte en cellule de fermeture des colis de stockage HA.

Figure 4-146 *Illustration de deux postes de détensionnement en cellule de fermeture des colis de stockage HA*

Les schémas de la figure 4-147 présentent la cinématique du colis de stockage HA sur un poste de détensionnement de la soudure :

- opération N° 1 : le colis de stockage HA est déposé dans la structure avec sa nacelle ;
- opération N° 2 : le chariot se déplace au-dessus du poste, puis le vérin soulève le colis de stockage HA jusqu'au niveau du chariot, les taquets sous le chariot maintiennent le colis en place ;
- opération N° 3 : le chariot se déplace au droit du poste de détensionnement, le vérin sous ce poste se lève au contact du colis de stockage HA, les taquets sont libérés, le colis est descendu dans la chamotte d'induction. La nacelle libre au poste de dépose est déplacée au poste de refroidissement central par le pont ;
- opération N° 4 : à l'issue de la phase de chauffe, le colis de stockage est déplacé suivant le même principe sur le poste central de refroidissement pour être déposé dans la nacelle en attente. Le pont évacue ensuite le colis de stockage dans sa nacelle jusqu'au chariot de contrôle C6.

Figure 4-147 Schéma de principe du process de détensionnement

Le dispositif de détensionnement se décompose en quatre sous-ensembles.

- un poste de dépose ;
- un chariot de transfert ;
- un poste de détensionnement ;
- un poste de refroidissement.

Figure 4-148 *Schéma de principe de levage d'un colis de stockage HA aux postes de détensionnement*

Figure 4-149 *Illustration du chariot de transfert de détensionnement des colis de stockage HA*

Figure 4-150 *Illustration des actionneurs principal et secours des taquets du chariot de détensionnement des colis de stockage HA*

- sous-ensemble poste de détensionnement (Figure 4-151) :

  L'inducteur en cuivre est noyé dans du béton (Figure 4-152). Il est capable de traiter les deux diamètres de colis de stockage.

  Le fonctionnement de ce poste est détaillé au chapitre 4.1.8.5.5 du présent volume.

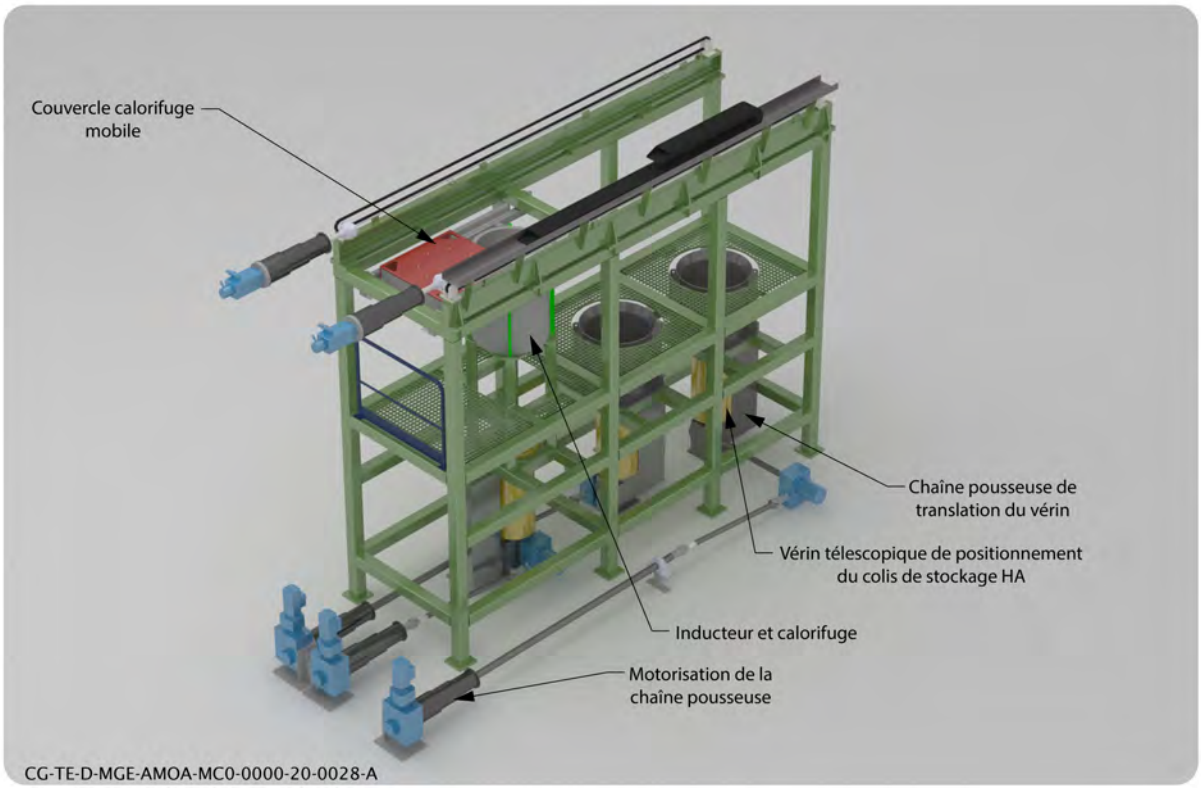


Figure 4-151 *Principe des postes de détensionnement de la cellule de fermeture des colis de stockage HA*

Figure 4-152 *Illustration de l'inducteur et de la structure béton du détensionnement des colis de stockage HA*

Figure 4-153 *Illustration du dispositif d'induction des colis de stockage HA*

4.1.8.4.8 Le poste de contrôle C6

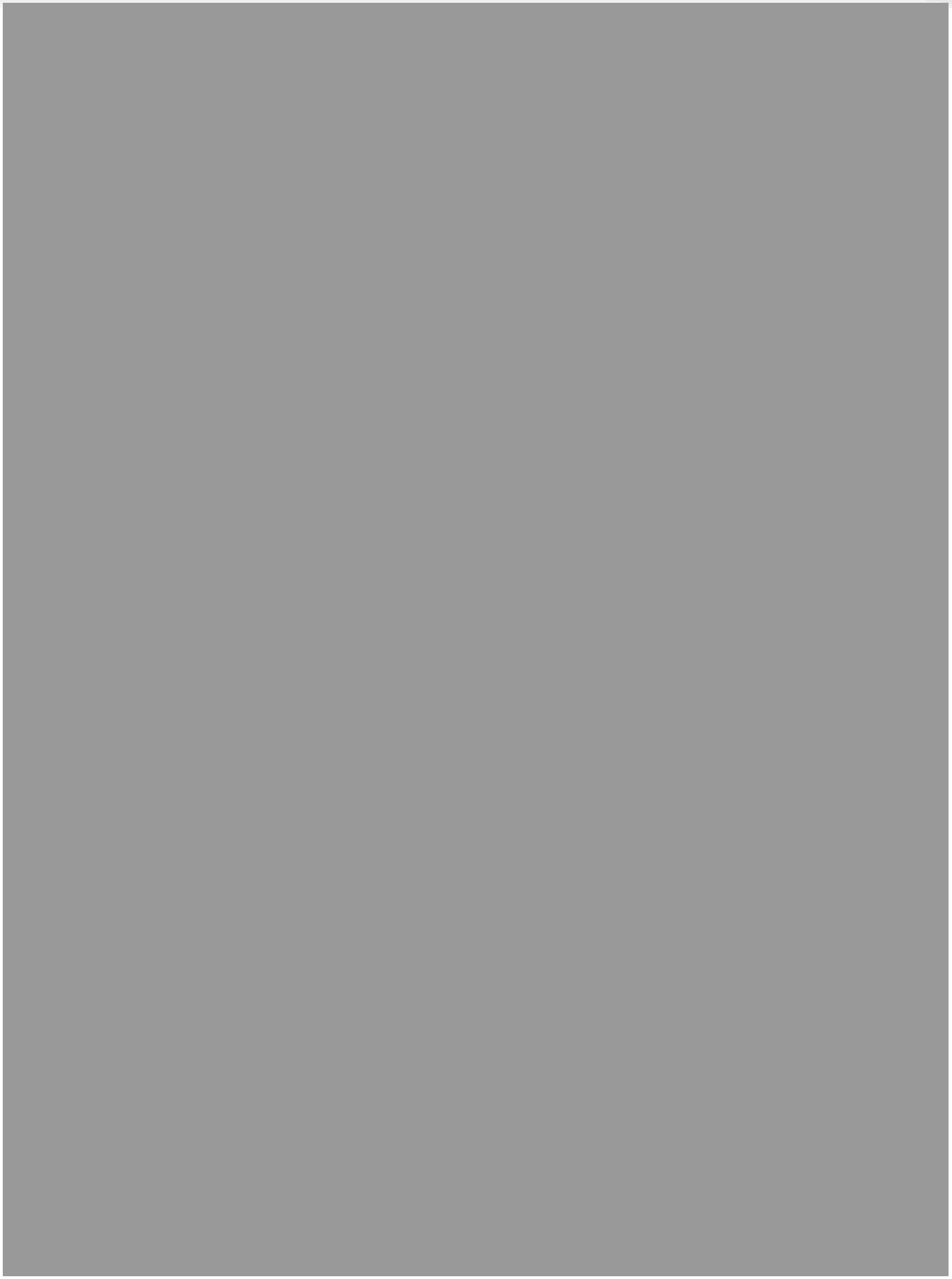
Le poste de contrôle C6 (Figure 4-154) est un ensemble d'équipements électromécaniques qui permettent d'effectuer des opérations à distance :

- le contrôle visuel du colis de stockage HA ;
- deux contrôles non destructifs permettant de vérifier la conformité de la soudure en surface et en profondeur (l'utilisation de deux types de contrôles permet d'éviter les zones mortes d'inspection) ;
- l'alimentation et la récupération du couplant.

L'ensemble est implanté dans une casemate dans la cellule de fermeture des colis de stockage HA, ce qui permet des interventions lorsque le colis n'est pas dans la casemate. L'accès dans ce cas se fait par une porte bouchon en zone arrière (ZAR) après déclassement et consignations.

Le poste de contrôle C6 est composé des sous-ensembles suivants :

- une tête de contrôle porteuse des sondes de contrôle ;
- une potence de mise en place de la tête de contrôle ;
- un système d'alimentation en couplant de la tête de contrôle ;
- des blocs de référence pour l'étalonnage et le contrôle des sondes;
- des caméras pour le contrôle visuel de la soudure.



4.1.8.5 Le fonctionnement de la zone de fermeture des colis de stockage HA

Après l'opération de préparation des colis de stockage, conteneurs de stockage HA munis d'un couvercle seulement posé, sont transférés dans la cellule de fermeture des colis de stockage HA. Les opérations schématisées sur la figure 4-157 sont effectuées.

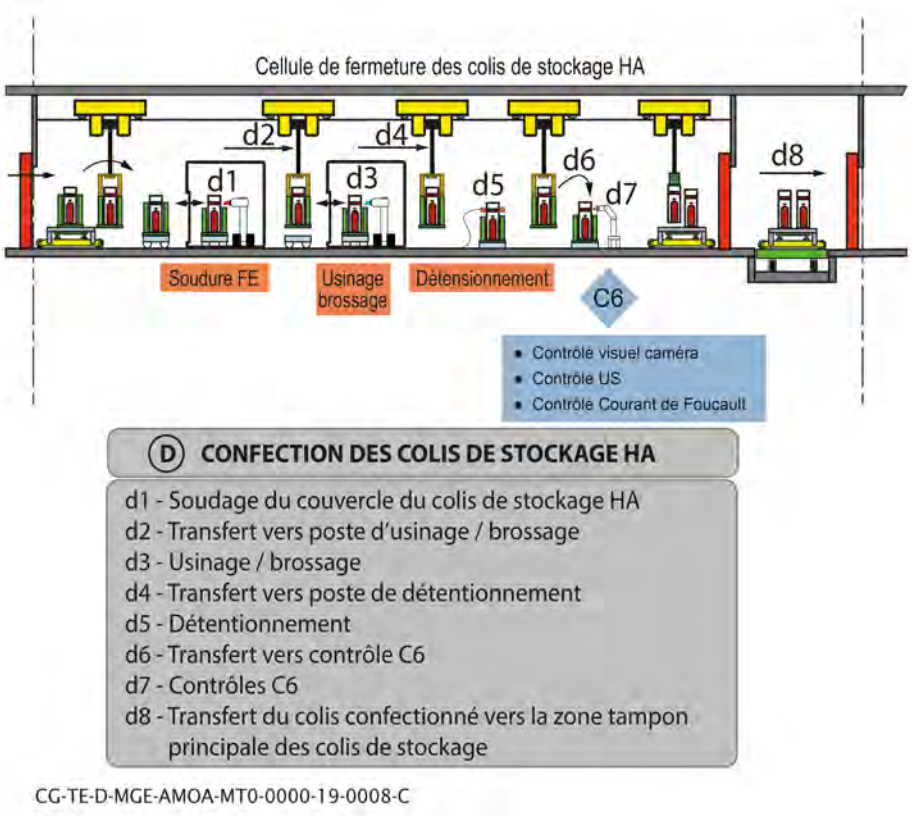


Figure 4-157 Schéma de principe de la fermeture des colis de stockage HA

4.1.8.5.1 Le transfert entre les différents postes de la cellule de fermeture du colis de stockage HA (opérations d2, d4, d6)

Les opérations de transfert entre les différents postes de la cellule de fermeture du colis de stockage HA sont illustrées sur la figure 4-158.

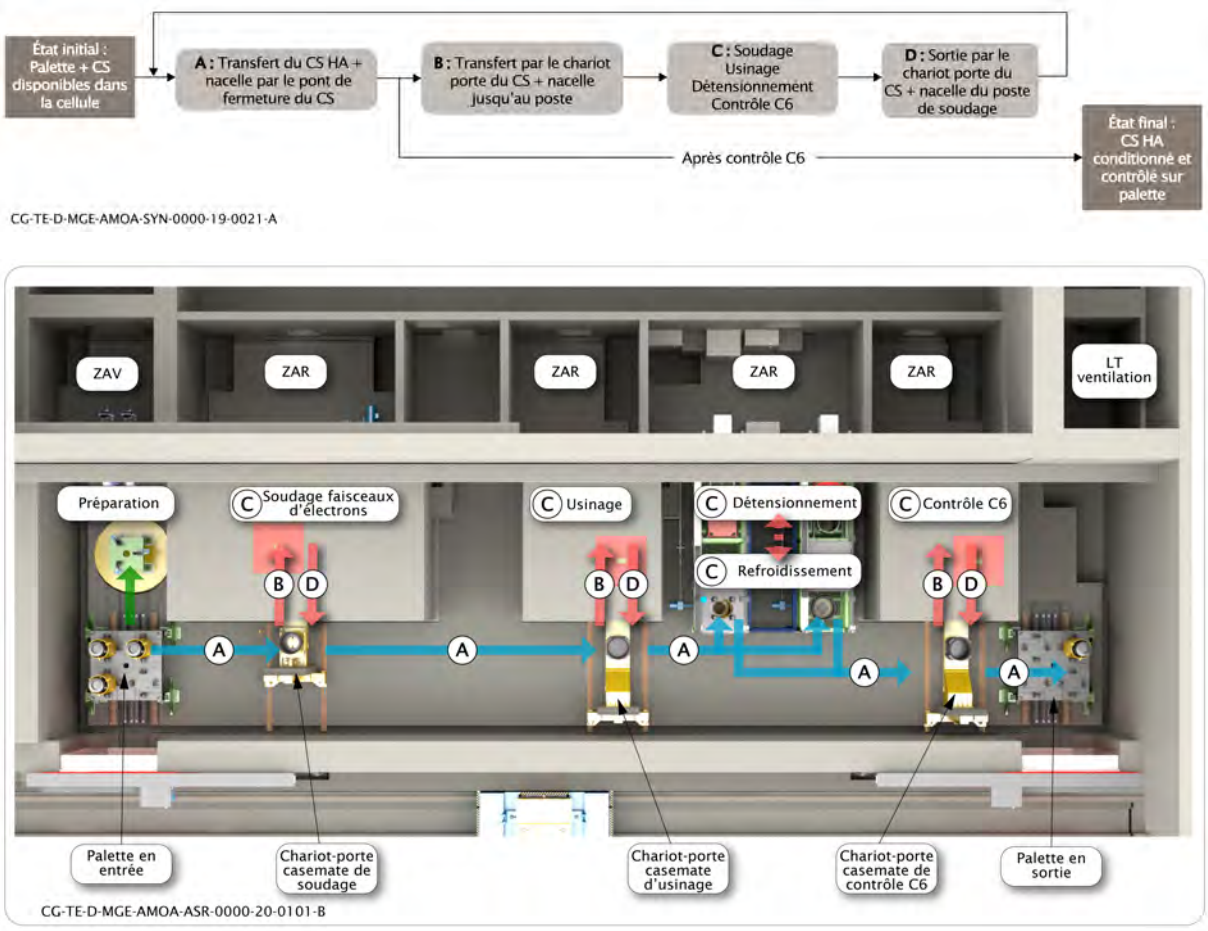


Figure 4-158 *Schéma de principe du transfert entre les différents postes de la cellule de fermeture des colis de stockage HA*

Le chariot du transbordeur dépose la palette puis se retire. Les étapes de fermeture se font de la gauche vers la droite de la cellule. Elles consistent en :

- une vérification des faces à souder ;
- un soudage par faisceau d'électrons du couvercle sur le conteneur de stockage HA ;
- un usinage du cordon de soudure en vue de permettre son contrôle final ;
- un détensionnement de la soudure par chauffage puis une phase de refroidissement contrôlé ;
- une seconde phase de refroidissement (non-contrôlée) du conteneur de stockage hors du dispositif ;
- un contrôle (C6) de la soudure par ultra-son et courant de Foucault.

Trois casemates indépendantes en béton sont implantées dans la cellule de fermeture des colis de stockage HA : le soudage, l'usinage et le contrôle C6. Ces casemates comportent des portes-chariot (Figure 4-159) sur rail ayant une double fonction, elles permettent d'une part d'acheminer dans une position précise le colis de stockage dans la cellule du process concerné, d'autre part de réaliser le cloisonnement de la casemate avec une porte blindée.

Pour le poste de soudage, un rack complémentaire permet de transférer le colis de stockage dans l'enceinte à vide. Une chaine pousseuse-tireuse fixée à la porte permet de réaliser le mouvement puis de revenir en position initiale, autorisant ainsi la fermeture de l'enceinte à vide.

Figure 4-159 Exemple d'une porte-chariot (contrôle C6)

Le transfert entre les différents postes ou chariot-portes est réalisé par le pont roulant équipé du grappin de nacelle.

4.1.8.5.2 La vérification des faces à souder

Un opérateur localisé en zone avant (ZAV) utilise le pont pour lever le couvercle posé sur le conteneur HA et vérifie l'absence d'anomalie sur les faces supérieures et inférieures du conteneur et du couvercle. La soudure par faisceau d'électrons nécessite des faces propres. À ce stade l'opérateur peut utiliser les bras manipulateurs de la zone avant afin de réaliser un nettoyage avec des chiffonnettes et des solvants.

4.1.8.5.3 Le soudage par faisceau d'électrons du couvercle sur le corps du conteneur (opération d1, figure 4-159)

Les opérations de soudages par faisceau d'électrons du couvercle sur le corps du conteneur sont illustrées sur la figure 4-160.

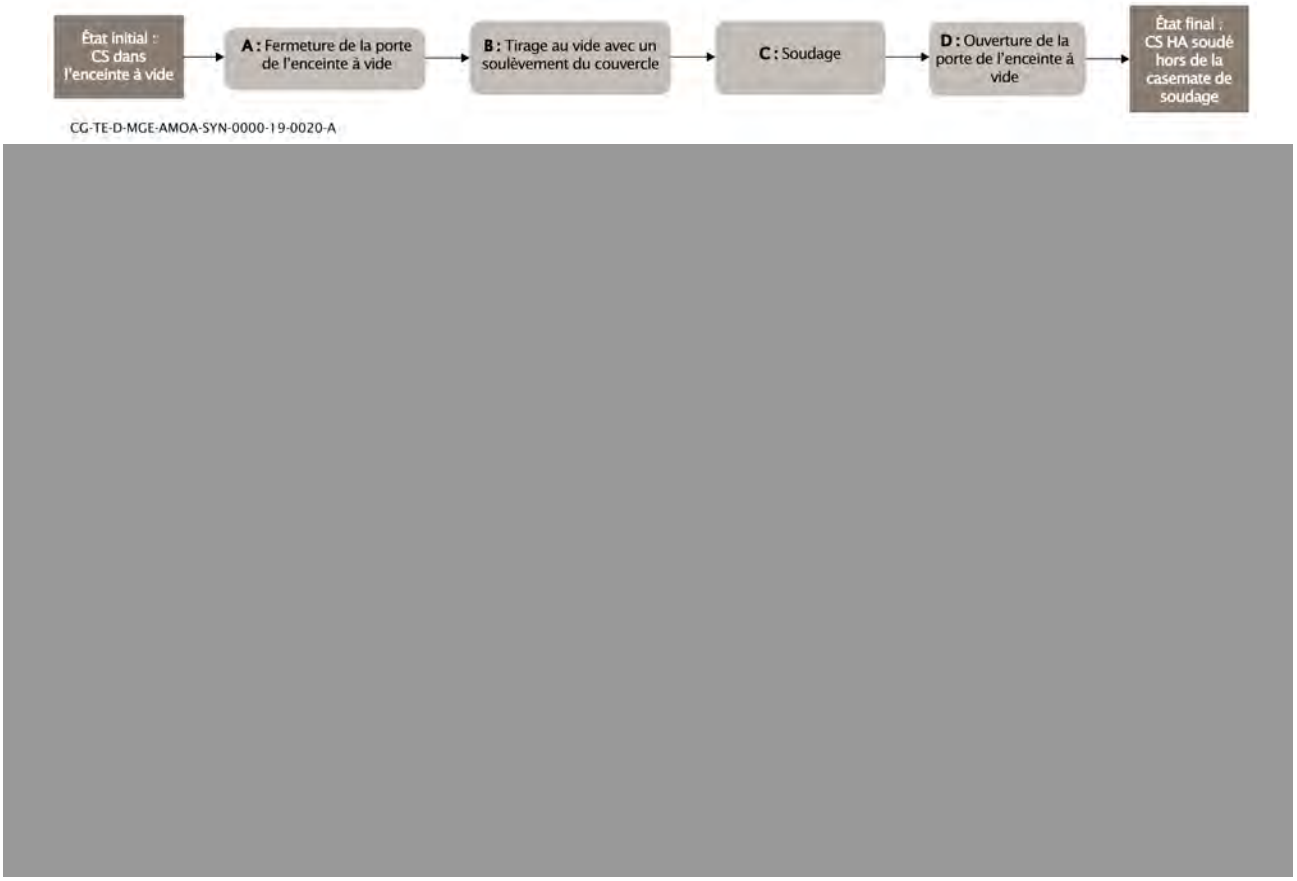


Figure 4-160 *Schéma de principe du process de soudage des couvercles de conteneurs de stockage HA*

Le soudage des couvercles de conteneur HA nécessite une technique de soudure permettant de souder de fortes épaisseurs. La technique de soudage par faisceau d'électrons a été retenue. Celle-ci nécessite de placer le colis dans une chambre à vide. Après fermeture de la porte de l'enceinte étanche, le vide est réalisé par un groupe de tirage au vide localisé dans la zone arrière de la cellule (ZAR).

Le soudage est réalisé par un faisceau d'électron sur le plan de joint couvercle et corps colis de stockage pendant la rotation de l'ensemble dans l'enceinte à vide.

Le process de soudage par faisceau d'électrons nécessite une grande précision de positionnement de la pièce à souder par rapport au canon à faisceau d'électrons. La mesure de la position du colis de stockage HA dans l'enceinte par rapport au canon s'effectue en deux étapes :

- une reconnaissance de la position du colis de stockage HA dans le plan X, Y ;
- une reconnaissance de la position du plan de joint en Z.

Deux interféromètres lasers fixés derrière des hublots de part et d'autre du canon à faisceau d'électrons permettent de mesurer la distance respective entre chaque laser et le colis. Pendant cette étape, le colis effectue une rotation complète et l'on mesure ces distances.

L'étape de repérage du plan de joint dans le plan vertical est réalisée par un opérateur depuis le poste de pilotage de l'équipement. Le canon à électrons possède une caméra de visée permettant de repérer le plan de joint de la pièce à souder. Le colis de stockage est mis en rotation et s'arrête tous les quarts de tour. À chaque arrêt l'opérateur aligne le canon en face du plan de joint du conteneur de stockage en déplaçant la table du canon.

4.1.8.5.4 L'usinage et brossage (opération d3, figure 4-159)

Deux étapes d'usinage sont réalisées successivement, un fraisage circulaire et un brossage (Figure 4-161).

La tête d'usinage spécifique munie d'une fraise est manutentionnée par une potence. L'outil placé sur le pourtour du colis de stockage, réalise l'usinage du bourrelet de soudure et le brossage de la zone traitée. Ces deux opérations permettent de préparer la surface pour le contrôle C6 (détaillé dans la suite du chapitre). La tête est ensuite redéposée sur le poste changeur d'outil.

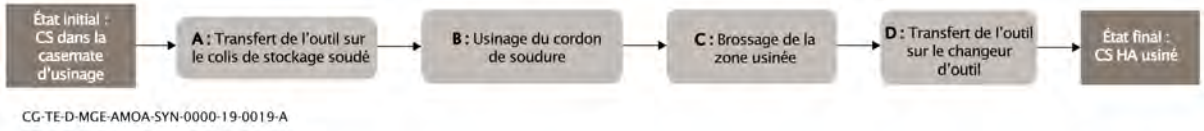


Figure 4-161 Schéma de principe du process d'usinage

Deux étapes d'usinage sont réalisées successivement, un fraisage circulaire et un brossage.

4.1.8.5.5 Le détensionnement de la soudure (opération d5, figure 4-159)

Les opérations de détensionnement de la soudure sont illustrées sur la figure 4-162.

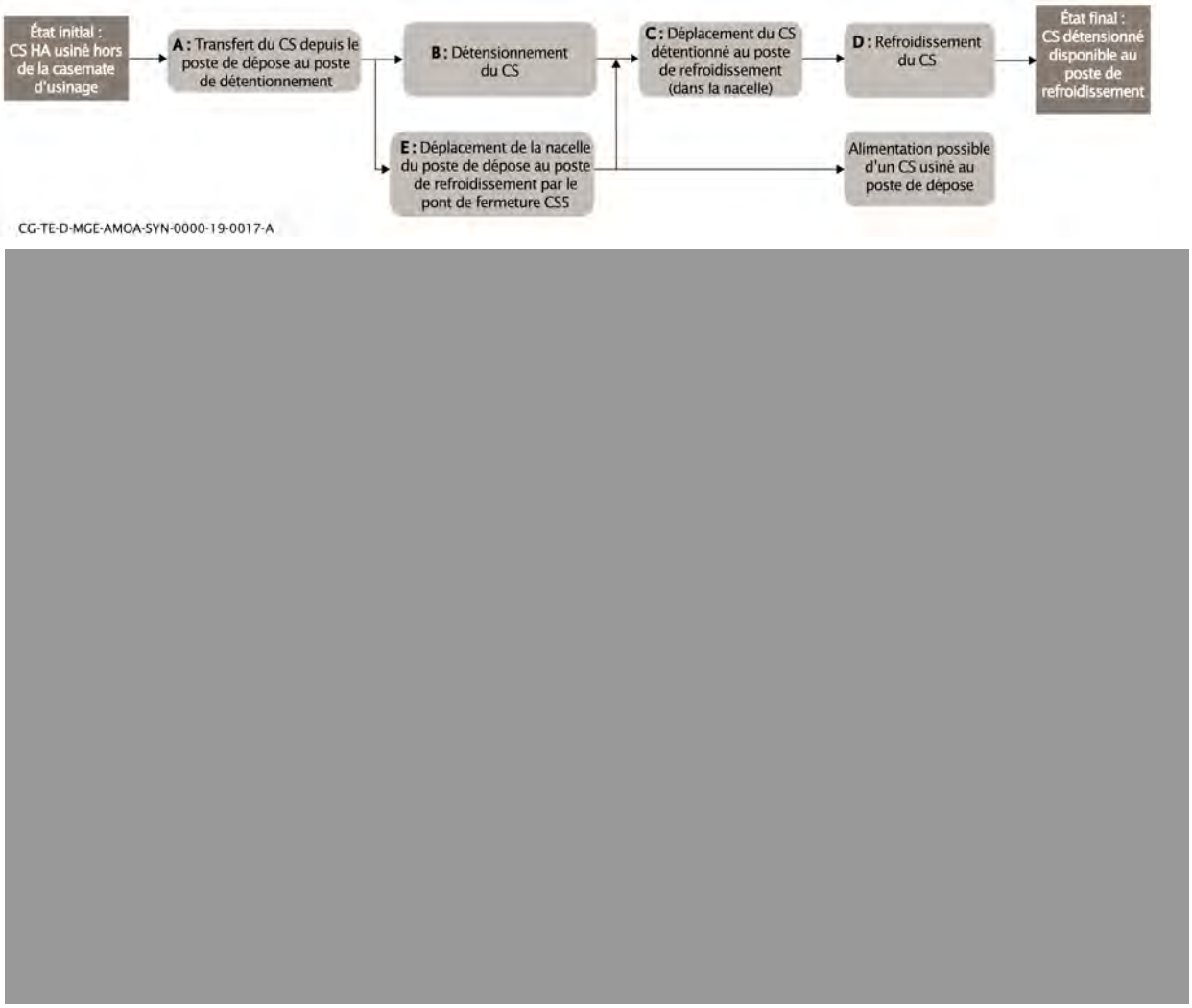


Figure 4-162 Schématisation du process de détensionnement

Le poste de détensionnement (Figure 4-163) sert à libérer les contraintes résiduelles dues aux températures élevées dans les matériaux. Deux postes sont implantés en cellule du fait de durées de traitement relativement longues. Les deux postes peuvent fonctionner ensemble avec un décalage temporel permettant de séquencer les opérations amont et aval.

Le colis de stockage sans sa nacelle est transféré par un chariot de transfert jusqu'au poste d'induction. L'opération consiste à réaliser un traitement thermique de la soudure par induction. Le dispositif permet de piloter un profil de température caractérisé par une chauffe, un palier puis un refroidissement. Ce cycle dure 15 heures environ.

Ensuite, le colis de stockage est transféré au poste de refroidissement par convection naturelle pendant six heures pour descendre jusqu'à une température compatible avec les équipements de contrôle.

À partir de cette étape, le colis de stockage et la nacelle sont repris par le pont roulant et un nouveau cycle de détensionnement est possible pour les colis de stockage HA suivants.

Figure 4-163 Illustration des constituants du poste de détensionnement

4.1.8.5.6 Le contrôle C6 de conformité du colis de stockage HA (opération d7, figure 4-159)

Les opérations de contrôle de conformité des colis de stockage HA sont illustrées sur la figure 4-164.

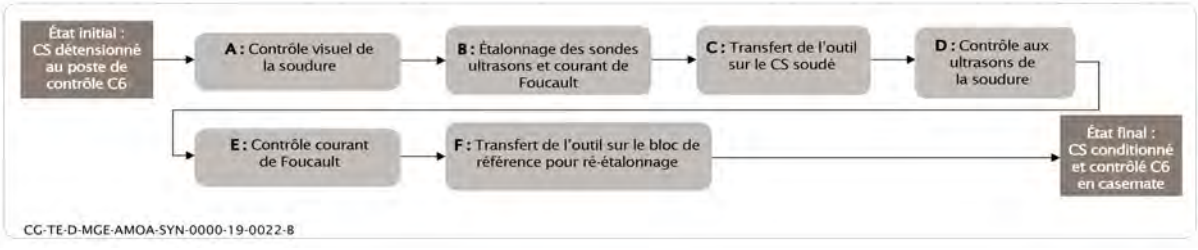


Figure 4-164 Schématisation du process de contrôle C6 et tête de contrôle

Le contrôle C6 permet de vérifier la conformité de la soudure à la spécification et l'agrément associé. L'appareil permet de faire plusieurs de contrôles non destructifs sur une tête tournante :

- contrôle visuel par caméra ;
- contrôles par deux sondes.

Le process de contrôles nécessite un étalonnage avant et après mesure. Deux colis étalon sont positionnés en cellule pour les réaliser suivant les types de colis de stockage HA contrôlés.

Pendant le calibrage des sondes, un contrôle visuel est réalisé grâce à des caméras implantées dans la cellule. Ensuite la tête de contrôle est déposée sur le colis de stockage et la soudure est contrôlée.

Ces contrôles sont analysés en temps réel par un opérateur agréé dans l'analyse des contrôles non destructifs (CND). Les paramètres de contrôles ainsi que la vidéo des caméras sont enregistrés pour pouvoir contrôler et certifier de la bonne exécution des opérations.

En fin de contrôle, la tête de contrôle est redéposée sur les blocs de référence et le colis de stockage peut sortir de la casemate.

Les colis de stockage détectés non conformes lors du contrôle C6 sont transférés dans le local des non-conformités (NC). Les solutions envisagées pour traiter ces non-conformités sont :

- la réalisation de contrôles dans la zone des contrôles hors flux ;
- la réouverture du colis de stockage HA en vue d'une remise en conteneur neuf des colis primaires HA ;
- la validation par dérogation du colis de stockage.

4.1.8.6 Le pilotage de la zone et principes d'exploitation

Les caractéristiques des différents modes d'exploitation ainsi que les conditions initiales et permanentes nécessaires au démarrage et à la poursuite des cycles de process sont indiquées au chapitre 4.1.2.4 du présent volume.

4.1.8.6.1 Le pilotage de la zone

Le pilotage de la zone est principalement effectué depuis la salle de conduite centralisée (SCC). Des postes de conduite locaux (PCL) tout de même présents pour le pilotage manuel de certains équipements lorsque la situation le nécessite, sous supervision de la salle de conduite centralisée. Ces postes sont localisés :

- dans la zone avant de la cellule de cellule de préparation (ZAV), elles disposent de vision directe au travers un hublot de radioprotection et des télémanipulateurs et écrans de visions reliés aux caméras dans la cellule ;
- dans la zone arrière de la casemate de soudure ;
- dans la zone arrière de la casemate d'usinage ;
- dans la zone arrière du poste de détensionnement de la cellule de fermeture des colis de stockage HA ;
- dans la zone arrière de la casemate de contrôle C6.

Ces pupitres peuvent piloter les équipements propres à leur casemates ou postes de travail ainsi que les équipements communs :

- porte coulissante simple vantail d'accès est du chariot-transbordeur à la cellule de fermeture des colis de stockage HA ;
- porte coulissante simple vantail d'accès ouest du chariot-transbordeur à la cellule de fermeture des colis de stockage HA ;
- pont roulant nucléarisé CMU 10 tonnes ;
- poste de préparation soudage du conteneur HA ;
- poste de soudure à faisceau d'électrons (FE) ;
- poste d'usinage ;
- deux postes de détensionnement ;
- équipement de contrôle du colis de stockage HA (C6) ;
- chariot-porte casemate (soudage à faisceau d'électrons) ;
- chariot-porte casemate (usinage) ;
- chariot-porte casemate (contrôle C6) ;
- porte pivotante d'accès personnel à la cellule de fermeture des colis de stockage ;
- porte pivotante d'accès personnel à la zone arrière la casemate de soudure ;
- porte pivotante d'accès personnel à la zone arrière de la casemate d'usinage) ;
- porte pivotante d'accès personnel à la zone arrière de la casemate de contrôle C6.

Un arrêt d'urgence présent dans la zone avant de cellule ainsi que pour chaque zone arrière des casemates permet d'arrêter l'ensemble des équipements cités ci-dessus.

4.1.8.6.2 Les principes d'exploitation

Les principes d'exploitation suivants ont été définis :

- un chariot est présent dans la cellule uniquement pour la dépose ou la reprise de palette ;

- interdiction de mouvement du pont lorsqu'un chariot de manutention palette est présent en cellule ;
- en présence d'un colis dans la casemate, les chariot-portes des casemates restent fermés lors de la présence d'un chariot palette dans la cellule de fermeture des colis de stockage HA ;
- les portes-chariot donnant accès aux casemates ainsi que les portes blindées donnant sur le transbordeur sont normalement fermées ;
- les portes d'accès donnant accès à une zone rouge depuis les zones arrière et avant pont sont fermées, verrouillée et consignées en présence d'un colis ;
- les deux portes principales pour palettes de la cellule de fermeture des colis de stockage HA ne peuvent être ouvertes en simultané ;
- en cas de détection de contamination atmosphérique dans une cellule, celle-ci est maintenue confinée (en dynamique et en statique) ;
- un seul chariot est présent dans une même cellule.

4.1.9 La réouverture de colis de stockage MA-VL

Ce chapitre décrit la réouverture de colis de stockage MA-VL, l'extraction des colis primaires et leur mise dans un conteneur de stockage neuf.

4.1.9.1 La localisation de la zone de réouverture des colis de stockage

La réouverture des colis de stockage MA-VL est réalisée dans une cellule localisée dans la partie ouest du bâtiment nucléaire de surface EP1 (Figure 4-165).

Figure 4-165 *Illustration de la localisation de la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL dans le bâtiment nucléaire de surface EP1*

4.1.9.2 Les fonctionnalités de la zone de réouverture de colis de stockage MA-VL

Les fonctions principales de la zone sont les suivantes :

- réouverture des colis de stockage MA-VL ;
- extraction et contrôle des colis primaires ;
- mise des colis primaires dans un conteneur ou panier neuf.

4.1.9.3 Les caractéristiques techniques de la zone de réouverture de colis de stockage MA-VL

Le tableau 4-14 et la figure 4-166 présente les caractéristiques des locaux concernés, leur classement en ventilation suivant la norme NF ISO 17873 de 2006 (15) ainsi que le zonage radiologique correspondant.

Tableau 4-14 Caractéristiques techniques de la zone de réouverture de colis de stockage MA-VL

La figure suivante représente la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL ainsi que les locaux adjacents au niveau +0 m (vue de gauche) et la continuité de la cellule au niveau supérieur +6 m avec la zone arrière (ZAR) pont dans le prolongement au niveau (vue de droite).

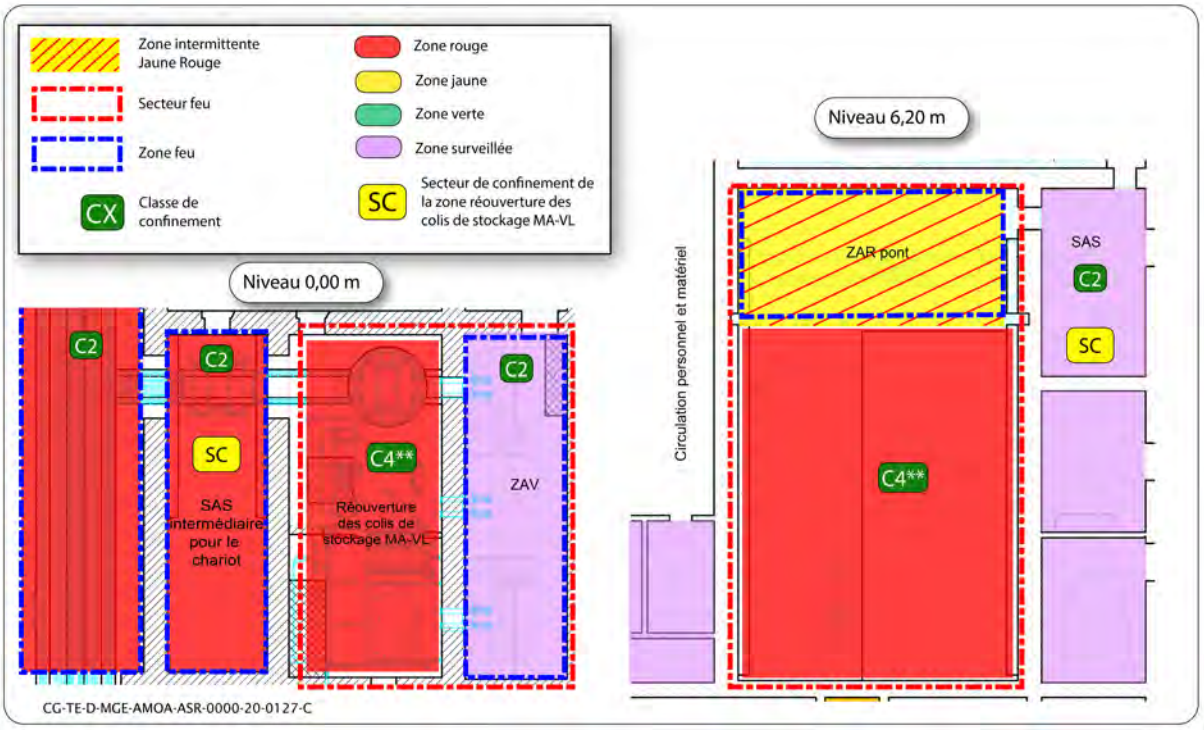


Figure 4-166 *Caractéristiques techniques de la réouverture de colis de stockage MA-VL (Niv +0 m et +6 m)*

4.1.9.4 L'équipements de la zone de réouverture de colis de stockage MA-VL

La cellule de réouverture de colis de stockage est le lieu où sont réouverts les colis de stockage MA-VL afin de permettre l'extraction des colis primaires (CP) qu'ils contiennent (Figure 4-167). Cette opération peut être rendue nécessaire suite à un défaut de qualité lors de la phase de fermeture d'un colis de stockage MA-VL (vissage, clavage) ou dans le cadre de la récupérabilité.

La réouverture des colis de stockage MA-VL comprend les opérations sur un panier métallique ou sur un conteneur de stockage en béton, décrites ci-dessous :

- dévisser les vis accessibles ;
- carotter les inserts de vis (si nécessaire) ;
- usiner la périphérie du couvercle (si nécessaire) ;
- retirer le couvercle ;
- retirer les colis primaires ;
- contrôler la contamination des colis primaires et le débit de dose, si nécessaire ;
- remettre des colis primaires dans un conteneur de stockage ou panier neuf ;
- reposer un couvercle sur un conteneur de stockage MA-VL ou sur un panier neuf ;
- évacuer les déchets de process vers la filière déchets.

La cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL est gréée des principaux équipements suivants :

- un sas de propreté ;
- un portique et ses outils ;
- un aspirateur ;
- une table de couvercle de conteneur ou panier MA-VL ;

- un palonnier de couvercle pour conteneur ou panier MA-VL ;
- un poste de contrôle (contamination, débit de dose) ;
- un pont roulant avec coupleur, une table tournante ;
- des bras télémanipulateurs ;
- des portes et systèmes de fermeture.

Figure 4-167 *Illustration de l'implantation de la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL*

4.1.9.4.1 Le poste d'accueil palette

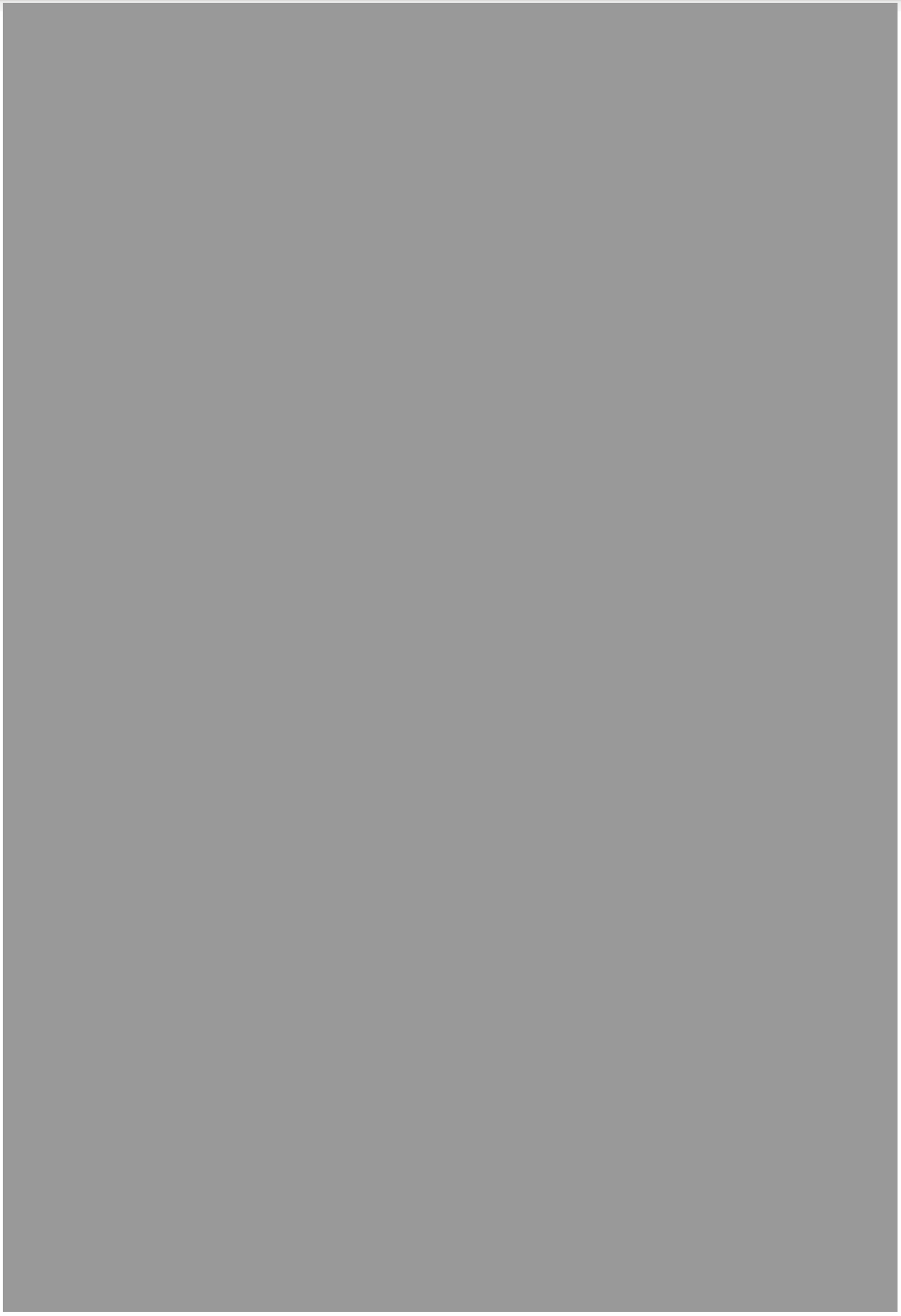
Le poste d'accueil palette est composé d'une table tournante permettant la rotation de la palette chargée d'un colis de stockage. Toutes les tables tournantes du dispositif de manutention au sol sont conçues de façon identiques, seule la longueur des arbres de transmission vers la zone arrière de la cellule peut varier, ainsi que quelques spécificités mineures liées au positionnement de la table.

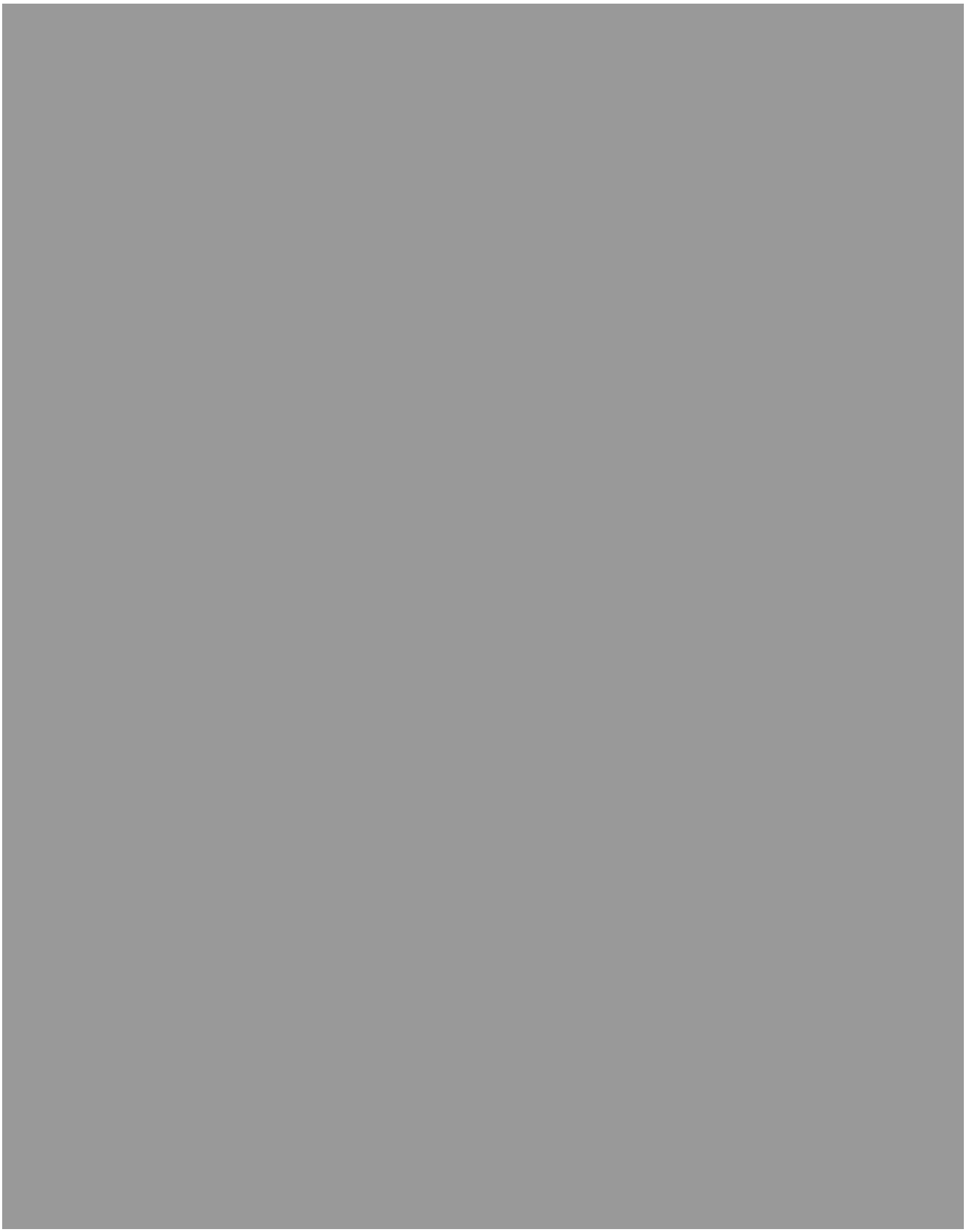
La description de la table tournante est présentée au chapitre 4.1.6.4.4 du présent volume.

4.1.9.4.2 Le portique de réouverture

Le portique est un équipement principalement dédié à la réouverture des colis de stockage MA-VL (Figure 4-168), il permet les opérations suivantes :

- dévissage des vis du couvercle ;
- perçage des vis (si nécessaire) ;
- carottage des inserts (si nécessaire) ;
- découpe du couvercle ;
- collecte des poussières de sciage et de carottage (si nécessaire) ;
- manipulation des canules d'aspiration des débris et des déchets de perçage des vis.





4.1.9.4.3 Le sas de propreté

Le sas de propreté (Figure 4-171) a pour objectif de contenir au plus près la dispersion de débris et poussières issus des opérations de découpe. Il est localisé au-dessus du portique dans la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL.

Le sas de propreté est composé de parois en béton et de deux portes en « L » qui se déploient.

La motorisation actionne en translation la porte motorisée entrainant elle-même la porte suiveuse, le tout constituant un ensemble porte télescopique motorisée.

La porte motorisée est réalisée par l'assemblage de panneaux reliés entre eux par des éclisses vissées. En partie supérieure, la porte est équipée de galets guidés par un rail en U fixé sur le toit du sas de propreté.

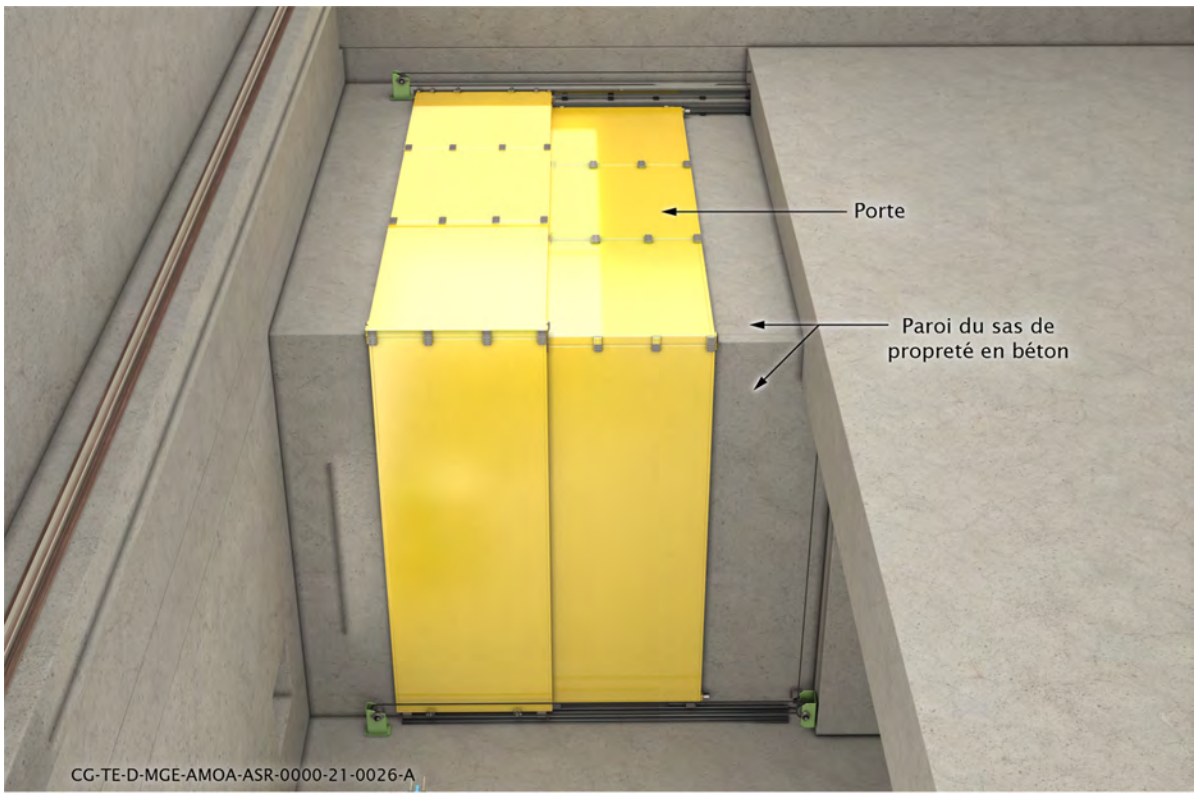


Figure 4-171 *Illustration du sas de propreté de réouverture des colis de stockage MA-VL*

La gestion des modes dégradés du sas de propreté du sas de propreté

- cas d'un dysfonctionnement de le motorisation translation lors de l'ouverture/fermeture de la porte du sas de propreté : manœuvre du carré de secours depuis la zone arrière (ZAR) ;
- cas d'un dysfonctionnement de la transmission mécanique de la porte lors de l'ouverture/fermeture de la porte du sas de propreté : une intervention au télémanipulateur est réalisée afin de sectionner les chaines de transmission horizontales avec une cisaille au pont, puis la porte du sas est repliée au pont.

4.1.9.4.4 L'aspirateur de cellule

L'aspirateur de cellule (Figure 4-172) est un équipement électromécanique qui permet l'aspiration des poussières (découpe des couvercles, carottage) et copeaux d'usinage des vis. Il est implanté sous la table de dépose du couvercle. Un système de translation permet de déplacer l'ensemble d'aspiration vers une zone accessible au pont afin de permettre l'évacuation des pots de la cellule.

La gestion des modes dégradés du système d'aspiration

L'arrêt du système d'aspiration n'entraîne pas de blocage de la chaîne cinématique. L'opérateur arrête l'opération et évacue le colis de stockage de la cellule pour intervention sur le groupe d'aspiration.

4.1.9.4.5 Le palonnier pour colis de stockage (CS)

Un palonnier de colis de stockage est présent en cellule permettant de déplacer le colis de la palette jusqu'au poste de réouverture.

4.1.9.4.6 Le poste de contrôle des colis primaires

Le poste de contrôle (Figure 4-173) est localisé à l'extérieur du sas de propreté. Une embase métallique est placée au sol. Celle-ci est configurée avant les opérations pour s'adapter au colis primaire qui sera éventuellement à contrôler.

Les mesures de débit de dose et les frottis de contrôle de contamination sont réalisés par les bras manipulateurs dédiés à cet effet. Le principe est identique aux contrôles C5 : l'opérateur en zone avant saisit un frottis à l'aide des télémanipulateurs et effectue les prélèvements, puis dépose le frottis dans la machine de comptage localisée à proximité. La description de l'enceinte de contrôle des frottis est effectuée au chapitre 4.1.4.4.5b) « Dispositif de comptage des frottis » du présent volume.

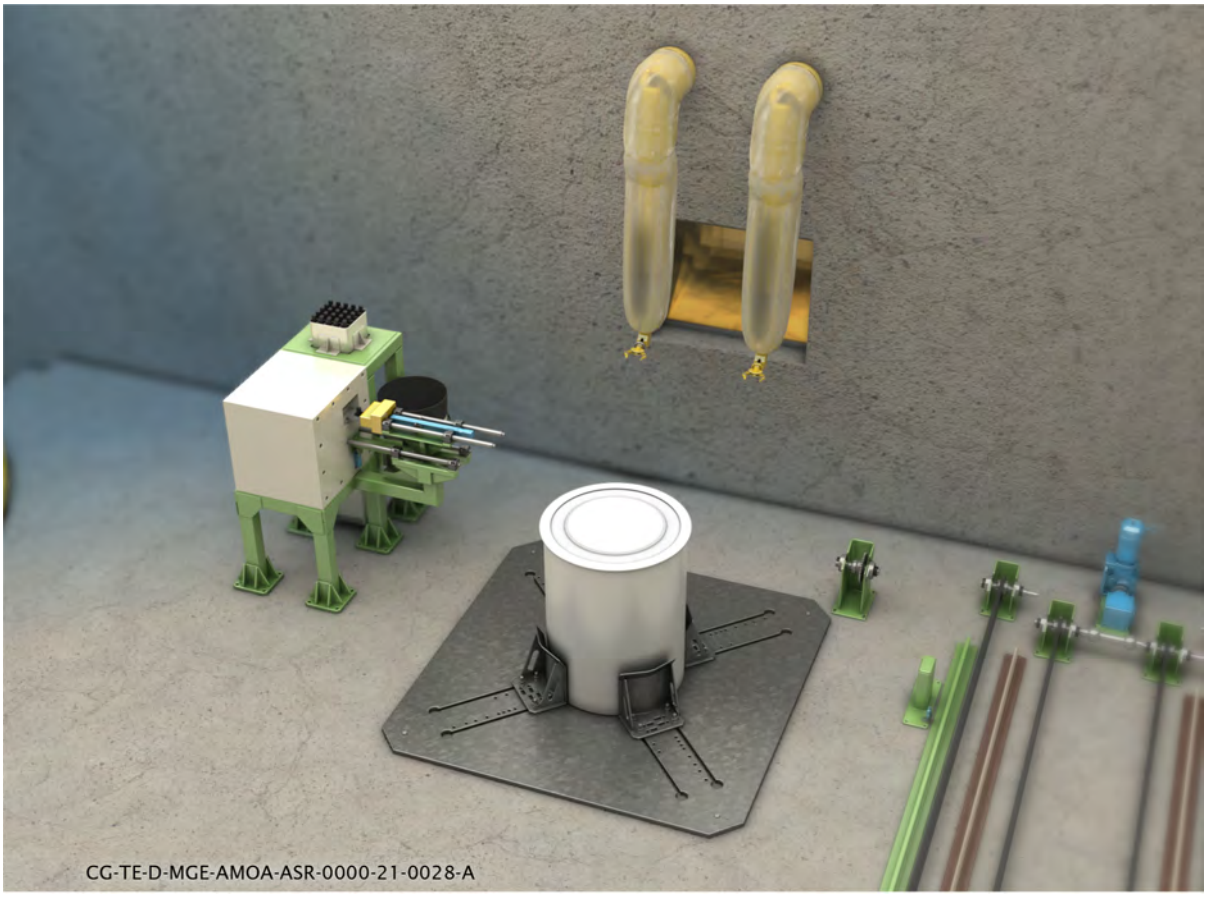


Figure 4-173 *Illustration du poste de contrôle de contamination des colis primaires dans la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL*

4.1.9.4.7 Le pont de manutention de la cellule de réouverture des colis de stockage

Le pont de manutention dessert la cellule de réouverture des colis de stockage. Une zone arrière de pont (ZAR pont) permet de faire des opérations de maintenance ou de transferts d'équipements.

La conception du pont est de type nucléarisé, dont la conception est décrite au chapitre 4.1.4.4.1 du présent volume. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- CMU de 25 tonnes ;
- portée d'environ 15 mètres ;
- longueur de voie d'environ 28 mètres (comprenant la ZAR pont).

4.1.9.5 Le fonctionnement de la zone de réouverture de colis de stockage MA-VL

Le colis de stockage MA-VL est transféré dans la cellule de réouverture (cf. Figure 4-174 et figure 4-175) depuis le local des colis non conformes (NC) ou directement depuis la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL à la suite d'un contrôle de conformité C6 non concluant. Cette fonction peut également être nécessaire en cas de décision d'inspecter un colis déjà stocké (dans le cadre de la récupérabilité).

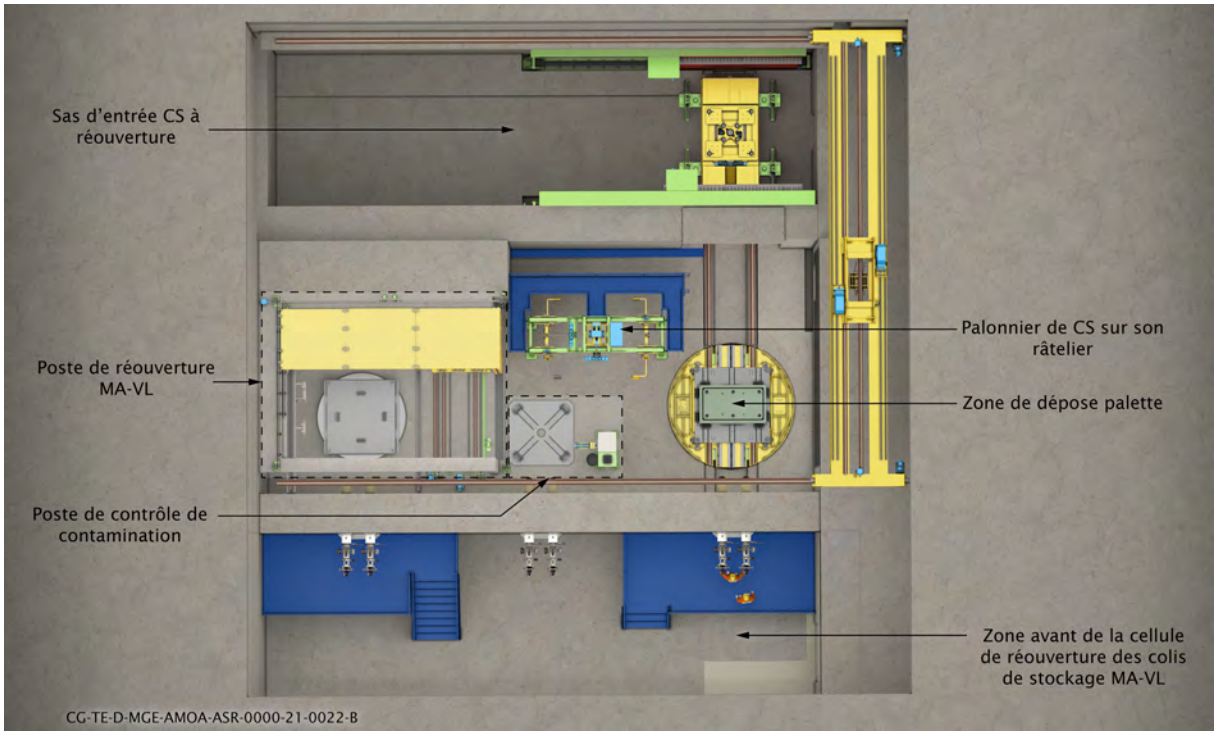


Figure 4-174 *Illustration de l'agencement de la cellule de réouverture de colis de stockage MA-VL*

Pour rappel, la fermeture des colis de stockage MA-VL peut être faite de deux manières :

- par vissage du couvercle uniquement (cas des conteneurs béton ou acier) ;
- par vissage du couvercle puis clavage avec un liant hydraulique (cas particuliers et conteneurs en béton uniquement).

Dans le cas des couvercles solidarisés au corps du colis par un liant de clavage hydraulique, si celui-ci est encore frais, il est possible de procéder à son retrait par une aspiration et des outils mécaniques. Les télémanipulateurs de la cellule permettent d'effectuer ces opérations. Cependant si la période de prise du liant est dépassée, il est nécessaire de procéder à une découpe du couvercle afin d'accéder aux colis primaires.

Dans le cas hypothétique d'un blocage de vis ou de rupture partielle d'une vis, une opération de perçage ou de carottage de la zone est nécessaire afin de libérer le couvercle.

Les opérations de dévissage, perçage, découpe et/ou carottage se déroulent dans un sas de propreté à l'intérieur de la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL. Celui-est constitué par une porte en « L » qui a la particularité de se déplier après la mise en place du colis de stockage au poste de traitement. Le sas ainsi formé par la porte en L permet de limiter la dispersion des poussières liées à la découpe et au carottage des conteneurs en béton au-delà de cette zone. Ce sas dispose d'un dispositif d'aspiration des poussières en suspension.

Deux modules composent le dispositif de réouverture des colis de stockage MA-VL, un module de perçage/carottage et un module de découpe. Ces équipements sont décrits au chapitre 4.1.9.4 du présent volume. La cinématique de réouverture des colis de stockage MA-VL est la suivante :

- mise à disposition du colis de stockage MA-VL sur le poste de découpe ;
- dévissage des vis du couvercle (si accessible) ou perçage des vis du couvercle si desserrage impossible ;
- dans le cas de couvercles clavés uniquement : découpe du couvercle et carottage des inserts ;
- aspiration des résidus de coupe et de carottage ;

- dépose du couvercle et contrôle visuel du ou des colis primaires MA-VL dans le colis de stockage ;
- extraction des colis primaires et dépose sur le poste de contrôle unitairement ;
- contrôle des colis primaires unitairement et décontamination si nécessaire ;
- préparation d'un nouveau conteneur ou panier de stockage (pour mise des colis primaires en conteneur neuf) ;
- le nouveau colis de stockage est transféré en zone tampon principale des colis de stockage ou en cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL si celle-ci est disponible pour terminer les actions de fermeture par le clavage (si nécessaire) ;
- évacuation de l'ancien conteneur vide, avec son couvercle, par la monte-charge d'évacuation des conteneurs (cf. Chapitre 4.1.15.9 du présent volume) ;
- nettoyage de la cellule.

Figure 4-175 *Illustration des équipements de la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL*

4.1.9.6 Le pilotage de la zone de réouverture des colis de stockage MA-VL et principes d'exploitation

Les caractéristiques des différents modes d'exploitation ainsi que les conditions initiales et permanentes nécessaires au démarrage et à la poursuite des cycles de process sont indiquées au chapitre 4.1.2.4 du présent volume.

4.1.9.6.1 Le pilotage de la zone

Le pilotage de la zone en fonctionnement normal est principalement réalisé depuis la salle de conduite centralisée (SCC).

Des postes de conduite locaux (PCL) sont présents pour le pilotage manuel des équipements qui le nécessitent le cas échéant. Ces postes sont localisés dans la zone avant (ZAV) de la cellule de réouverture puisqu'elle dispose d'une vision directe au travers de hublots de radioprotection, de télémanipulateurs et d'écrans de visions reliés aux caméras dans la cellule.

La zone avant du déconditionnement des conteneurs de stockage MA-VL comprend des pupitres locaux permettant de de piloter localement les équipements suivants (Figure 4-176) :

- porte coulissante simple vantail de la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL ;
- deux portes pivotantes d'accès depuis la zone arrière de stockage des palonniers (nord et sud) ;
- pont roulant nucléarisé CMU 15 tonnes de réouverture des colis de stockage MA-VL ;
- table tournante ;
- portique porte outils ;
- aspirateur du poste de déconditionnement ;
- poste contrôle de la contamination, du débit de dose et décontamination, si nécessaire ;
- trappe télescopique du sas propreté (porte) ;
- batardeau de la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL ;
- porte coulissante simple vantail de la porte entre le couloir de circulation transbordeur et le sas intermédiaire.

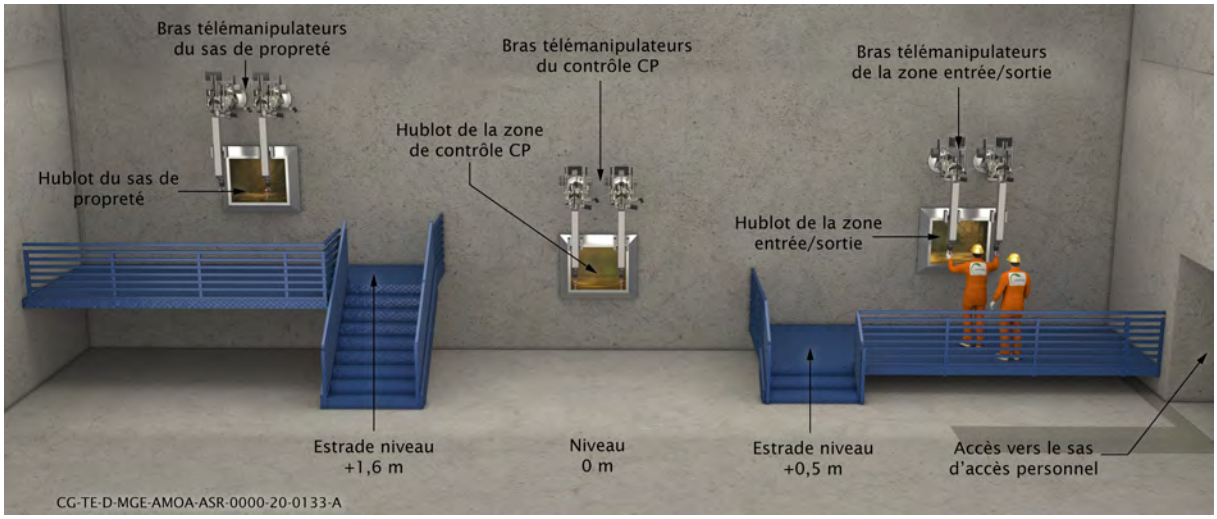


Figure 4-176 *Illustration de la zone avant de la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL comprenant trois postes de télémanipulation et pupitres locaux associés*

4.1.9.6.2 Les principes d'exploitation

Les principes d'exploitation définis pour la zone de réouverture des colis de stockage MA-VL sont les suivants :

- les portes process sont normalement fermées ;
- les portes bouchons sont fermées, verrouillées et consignées en présence de colis ;
- les portes d'accès en zone rouge (cellule et zone arrière pont et sas intermédiaire) sont fermées, verrouillées et consignées en présence d'un colis ;
- une opération non interruptible ne peut démarrer que si elle peut être terminée avant la fin de la période de production ;
- lorsqu'un colis primaire est manutentionné au pont ou pendant une phase de réouverture, toutes les portes (accès chariot palette) doivent être fermées et le rester ;

- lorsqu'un colis primaire est manutentionné au pont, le survol d'autres colis primaires est interdit ;
- le process est mis en pause sur détection incendie (ou défaut) dans la zone ou le secteur feu considéré ;
- en cas de détection de contamination atmosphérique dans une cellule, celle-ci est maintenue confinée (en dynamique et en statique) ;
- le survol d'un chariot de transfert palette est interdit.

4.1.10 La réouverture de colis de stockage HA

Ce chapitre décrit l'ouverture d'un colis de stockage HA, l'extraction du colis primaire et sa mise dans un conteneur de stockage neuf.

4.1.10.1 La localisation de la zone de réouverture des colis de stockage HA

La réouverture des colis de stockage HA est réalisée dans une cellule localisée dans la partie ouest du bâtiment nucléaire de surface EP1 (Figure 4-177).

Figure 4-177 *Illustration de la localisation de la cellule de réouverture des colis de stockage HA*

4.1.10.2 Les fonctionnalités de la zone de réouverture des colis de stockage HA

Les fonctions principales associées à cette zone sont les suivantes :

- réouverture de colis de stockage HA ;
- extraction et contrôle des colis primaires HA ;
- mise du colis primaire dans un conteneur neuf.

4.1.10.3 Les caractéristiques techniques de la zone de réouverture des colis de stockage HA

Le Tableau 4-15 et la Figure 4-178 présentent les caractéristiques des locaux concernés, leur classement en ventilation suivant la norme NF ISO 17873 de 2006 (15) ainsi que le zonage radiologique correspondant.

Tableau 4-15 Caractéristiques techniques de la zone de déconditionnement HA

Type de local	Classe de confinement (Norme ISO 17 873)	Zonage radiologique
Local Process	C2	Zone contrôlée rouge
ZAV	C2	Zone surveillée bleue
ZAR	C2	Zone contrôlée verte
ZAR Pont	C2	Zone contrôlée jaune (zone contrôlée rouge lorsque la porte est ouverte avec présence de colis au sein de la cellule)

La figure 4-178 représente la cellule de réouverture des colis de stockage HA au niveau +0 m et à l'aplomb au niveau +6 m.

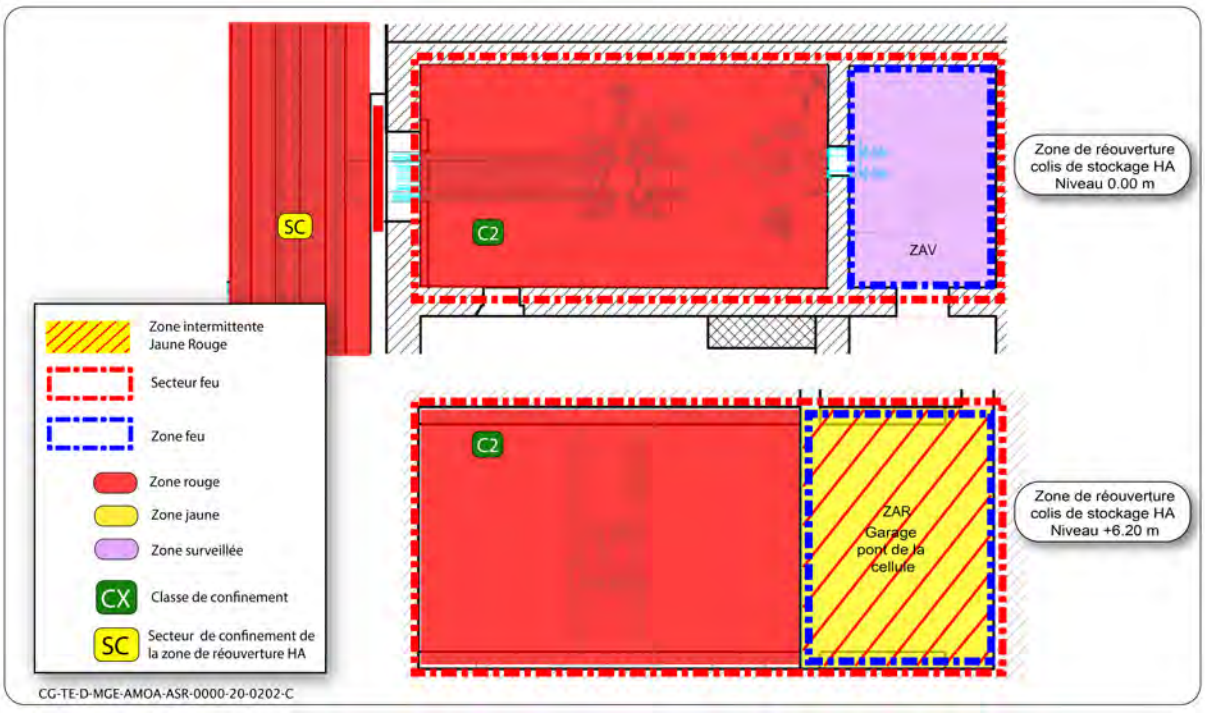


Figure 4-178 Caractéristiques techniques de la cellule de réouverture HA niveaux +0 m et +6 m

4.1.10.4 Les équipements de la zone de réouverture des colis de stockage HA

La réouverture de colis de stockage HA peut être rendue nécessaire à la suite d'un défaut de qualité lors de la phase de fermeture du colis de stockage (soudage) ou dans le cadre de la récupérabilité.

La cellule de réouverture des colis de stockage HA (Figure 4-179) doit assurer les fonctions suivantes :

- découpe du couvercle du colis de stockage HA ;
- retrait du couvercle ;
- retrait du (ou des) colis primaire(s) HA ;
- contrôle de la contamination des colis primaires et du débit de dose, si nécessaire ;
- dépose des colis primaires HA dans un conteneur de stockage (CtS) neuf ;
- mise en place d'un couvercle neuf ;
- transfert du colis de stockage (CS) constitué vers la cellule de conditionnement HA si disponible (ou vers la zone tampon principale de colis de stockage) ;
- évacuation des déchets générés par le process.

Les équipements suivants permettent d'assurer le process de réouverture des colis de stockage HA :

- un poste d'accueil de palette ;
- une tête de découpe de colis de stockage HA ;
- une potence préhenseur de tête de découpe ;
- un aspirateur de cellule ;
- une table support de nacelle et colis de stockage HA ;
- un pont roulant avec coupleur, grappins et palonniers ;
- un poste de contrôle (contamination, débit de dose) ;
- un poste de télémanipulation avec hublot de vision.

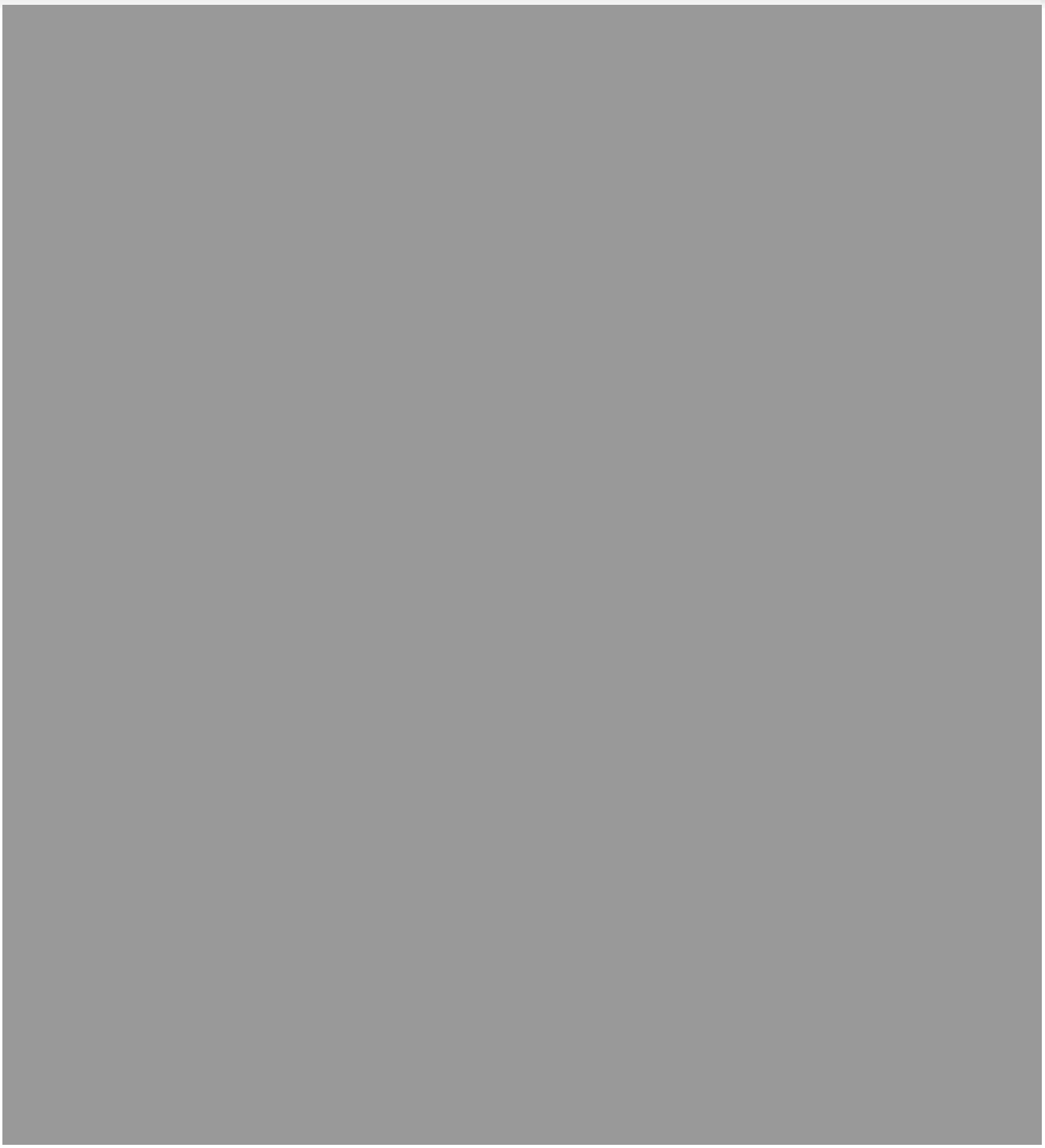
Figure 4-179 Illustration de la cellule de réouverture des colis de stockage HA

4.1.10.4.1 Le poste d'accueil palette

Le poste d'accueil de la palette est composé de quatre platines mécano-soudées qui sont fixés au sol. Elles permettent le positionnement et maintien de la palette.

4.1.10.4.2 La tête de découpe du couvercle de colis de stockage HA

La tête de découpe (Figure 4-180) est un équipement électromécanique qui permet d'assurer la découpe du couvercle d'un colis de stockage HA et la manutention de ce couvercle par l'intermédiaire de la potence.



4.1.10.4.3 La potence préhenseur de tête de découpe

La potence (Figure 4-181) permet le déplacement de la tête de découpe, le positionnement sur le colis de stockage à ouvrir et la dépose du couvercle découpé sur le rack support d'outil.

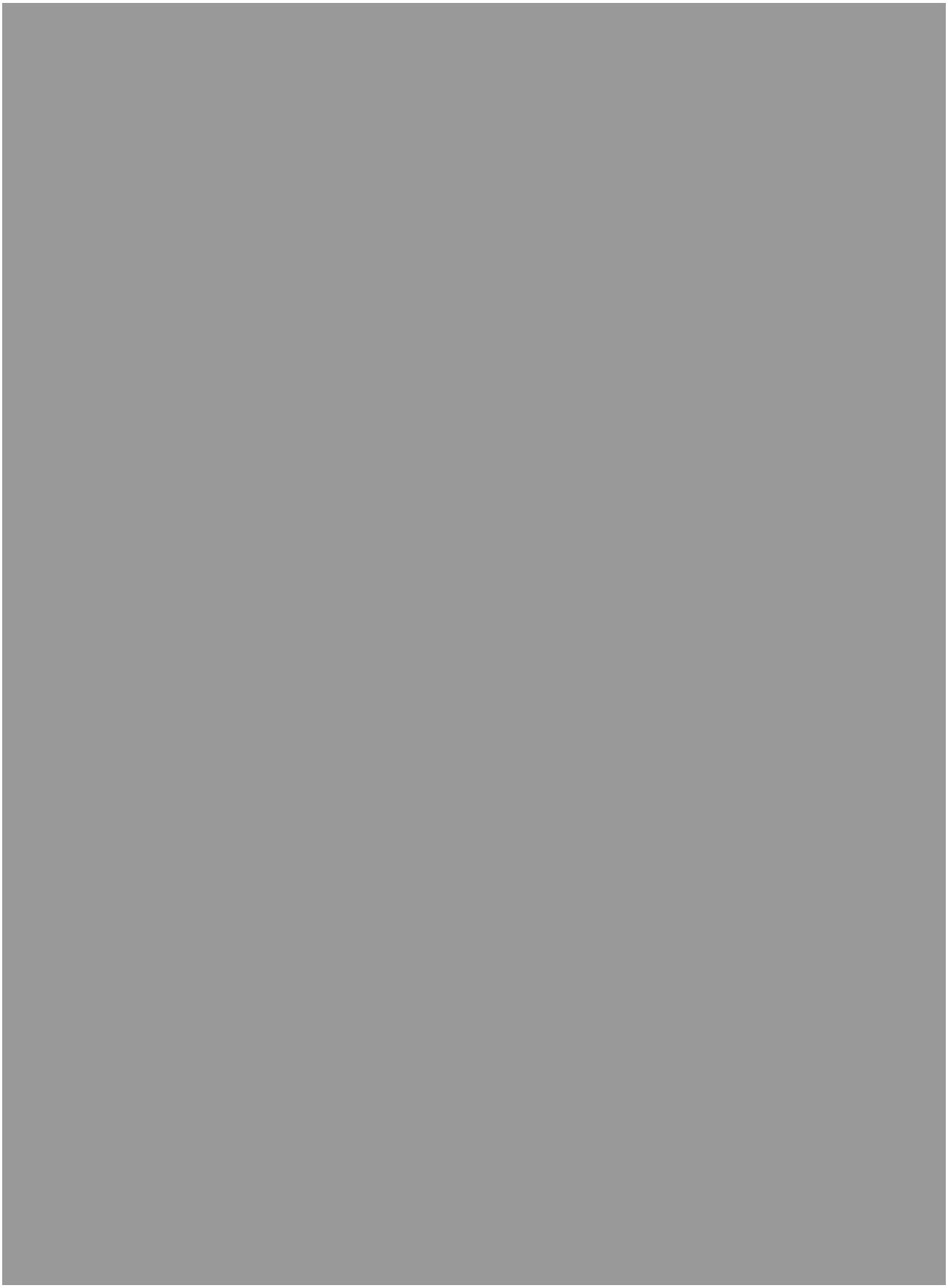


Figure 4-182 Illustration de l'aspirateur de cellule de réouverture des colis de stockage

4.1.10.4.5 La table support de nacelle et colis de stockage HA

Le poste de réouverture est composé d'une table support de maintien de la nacelle du colis de stockage. Le plateau supérieur permet de supporter la tête de découpe. Un support fixé sur la table permet le guidage des flexibles pneumatiques et électriques entre la platine d'alimentation et la tête de découpe. Une rallonge fixée sur la table principale et une goulotte d'évacuation permettent d'évacuer les copeaux de coupe à l'aide des bras télémanipulateurs. Ces copeaux sont évacués dans le pot de stockage de l'aspirateur de cellule.

4.1.10.4.6 Le pont roulant avec coupleur

Le pont de manutention la cellule de réouverture des colis de stockage HA. Une ZAR pont permet de faire des opérations de maintenance ou de transferts d'équipements.

Les principales caractéristiques du pont de cette cellule sont listées ci-dessous :

- CMU de 10 tonnes ;
- portée : environ 8 mètres ;
- longueur de voie : environ 22 mètres (comprenant la zone de garage).

Différents palonniers sont présents en cellule pour manutentionner le colis de stockage de la palette jusqu'au poste de réouverture, ainsi que les différents constituants (colis primaire(s) HA, nacelle pour colis de stockage HA, couvercle de conteneur). Le coupleur du pont permet l'interchangeabilité des différents outils de préhension.

Ce pont roulant est un pont de type « nucléarisé », dont la conception est décrite au chapitre 4.1.4.4.1 du présent volume.

4.1.10.4.7 Le poste de contrôle

Le poste de contrôle est localisé à portée des bras de télémanipulateurs. Un rack est fixé au sol pour le maintien du colis de stockage HA.

Les mesures de débit de dose et les frottis de contrôle de contamination sont réalisés par les bras manipulateurs dédiés à cet effet (Figure 4-183). Le principe est identique aux contrôles C5. L'opérateur en zone avant saisit un frottis à l'aide des télémanipulateurs et effectue les prélèvements, puis dépose le frottis dans la machine de comptage localisée à proximité. La description de l'enceinte de contrôle est effectuée au chapitre « dispositif de comptage des frottis » 4.1.4.4.5b) du présent volume).

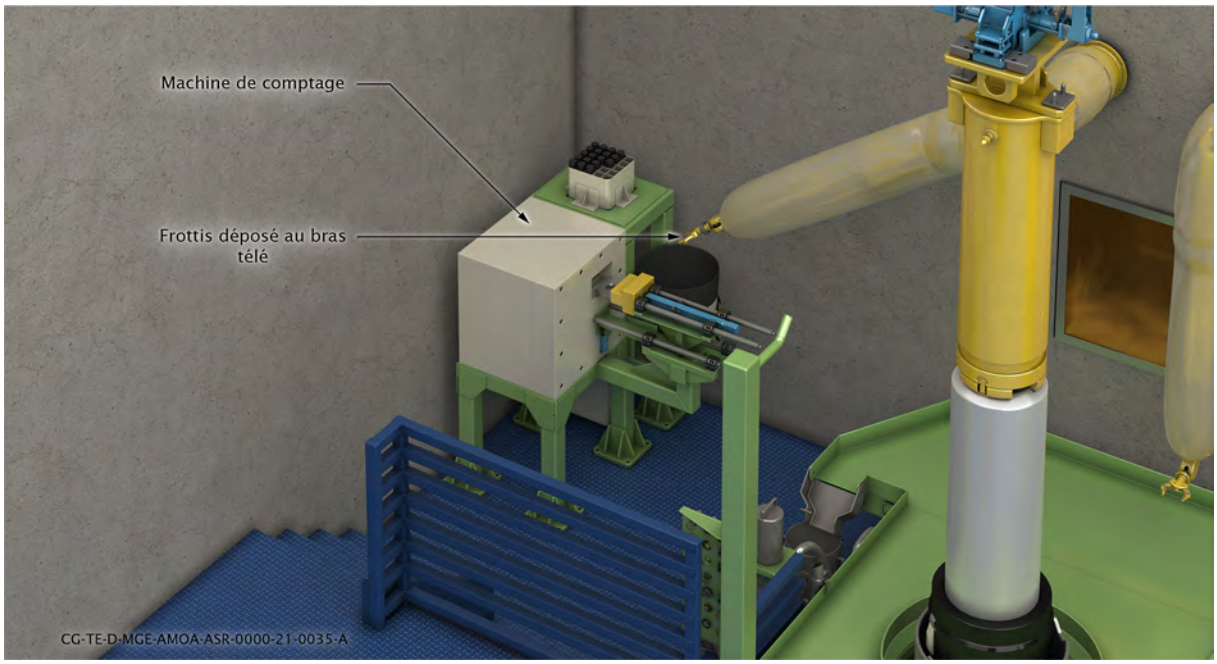


Figure 4-183 *Illustration de la dépose d'un frottis avec un télémanipulateur au poste de contrôle de contamination de la cellule de réouverture des colis de stockage HA*

4.1.10.5 Le fonctionnement de la zone de réouverture de colis de stockage HA

Le colis de stockage à ouvrir est transféré dans la cellule de réouverture depuis la zone tampon des non-conformités (NC) ou directement depuis la cellule de fermeture des colis de stockage HA suite à un contrôle de soudure non concluant (Figure 4-184). Cette fonction peut également être nécessaire en cas de décision d'inspecter un colis déjà stocké (dans le cadre de la récupérabilité).

Figure 4-184 *Illustration de l'implantation de la cellule de réouverture des colis de stockage HA*

La cellule de découpe est en interface avec le couloir de circulation du transbordeur pour permettre l'introduction d'un colis de stockage HA en cellule. Le colis de stockage HA à ouvrir est acheminé sur une palette par le chariot transbordeur dans la cellule de découpe. Il est ensuite introduit avec sa nacelle au poste de découpe par le pont.

Après mise en place du colis de stockage HA, une tête de découpe est placée sur le colis (Figure 4-185). La technologie utilisée pour la découpe est un usinage par tournage extérieur en utilisant un outil de tronçonnage. La géométrie de la tête est fixe, la zone de découpe ainsi que la profondeur de coupe sont prédéfinies par construction.

Figure 4-185 *Illustration de la position de l'outil de tronçonnage lors de la découpe du couvercle du colis de stockage HA*

4.1.10.6 Le pilotage de la zone de réouverture des colis de stockage HA et principes d'exploitation

4.1.10.6.1 Le pilotage de la zone

Le pilotage du processus de réouverture des colis est principalement réalisé en salle de conduite centralisée (SCC). À l'issue des opérations automatiques, certaines opérations non automatisées sur ce poste nécessitent la présence d'un opérateur utilisant un bras manipulateur avec une vision au travers d'un hublot de radioprotection et de caméras pour effectuer les tâches d'évacuation des copeaux par aspiration ainsi que le contrôle final.

La zone avant de la cellule de réouverture des colis de stockage HA comprend les commandes permettant de piloter localement les équipements suivants :

- porte coulissante simple vantail de la cellule de réouverture de colis de stockage HA ;
- porte pivotante d'accès en cellule depuis la zone arrière de stockage des palonniers (après autorisations et consignations) ;
- pont roulant nucléarisé CMU 10 tonnes ;
- potence motorisée, outil de découpe et rack support ;
- aspirateur de cellule de réouverture de colis de stockage HA ;
- poste de contrôle de la contamination, débit de dose et décontamination, si nécessaire ;
- batardeau de la cellule de réouverture de colis de stockage HA.

4.1.10.6.2 Les principes d'exploitation

Les principes d'exploitation définis pour la zone de réouverture des colis de stockage HA sont les suivants :

- les portes process sont normalement fermées ;
- les portes d'accès en zone rouge sont fermées, verrouillées et consignées en présence d'un colis de stockage ;
- une opération non interruptible ne peut démarrer que si elle peut être terminée avant la fin de la période de production ;
- lorsqu'un colis de stockage ou primaire est manutentionné au pont ou pendant une phase de process, toutes les portes (accès transbordeur) doivent être fermées et le rester ;

- le process est mis en pause sur détection incendie (ou défaut) dans la zone ou le secteur feu considéré ;
- en cas de détection de contamination atmosphérique dans une cellule, celle-ci est maintenue confinée (en dynamique et en statique).

4.1.11 La mise en hotte des colis de stockage MA-VL

4.1.11.1 La localisation de la zone de mise en hotte de transfert MA-VL

Les deux cellules de mise en hotte des colis de stockage MA-VL sont localisées au nord du bâtiment nucléaire de surface EP1, en aval de l'entreposage tampon des colis de stockage (Figure 4-186). Elles sont implantées sur les niveaux +0 m (niveau de transfert et process) et +6 m (niveau de circulation et maintenance des ponts roulants).

Figure 4-186 *Illustration de la localisation de la zone de mise en hotte de transfert MA-VL dans le bâtiment nucléaire de surface EP1*

4.1.11.2 Les fonctionnalités de la zone de mise en hotte de transfert MA-VL

Les fonctions principales de la zone sont les suivantes :

- contrôle des colis de stockage (C7) ;
- chargement du colis de stockage MA-VL dans la hotte.

4.1.11.3 Les caractéristiques techniques de la zone de mise en hotte de transfert MA-VL

Le tableau 4-16, la figure 4-187 et la figure 4-188 présentent les caractéristiques des locaux concernés, leur classement en ventilation suivant la norme NF ISO 17873 de 2006 (15) ainsi que le zonage radiologique correspondant.

Tableau 4-16 Caractéristiques techniques de la zone de mise en hotte de transfert MA-VL

Type de local	Classe de confinement (Norme NF ISO 17873 de 2006 (15))	Zonage radiologique
cellule de mise en hotte MA-VL	C2	Zone contrôlée rouge
ZAV	C1	Zone contrôlée verte
ZAR	C1	Zone contrôlée verte
ZAR PONT	C2	Zone contrôlée jaune (zone contrôlée rouge lorsque la porte est ouverte avec présence de colis au sein de la cellule)
Parc à hotte :	C1	Zone contrôlée jaune à proximité immédiate des hottes (ZC verte pour le reste du Parc à hottes)

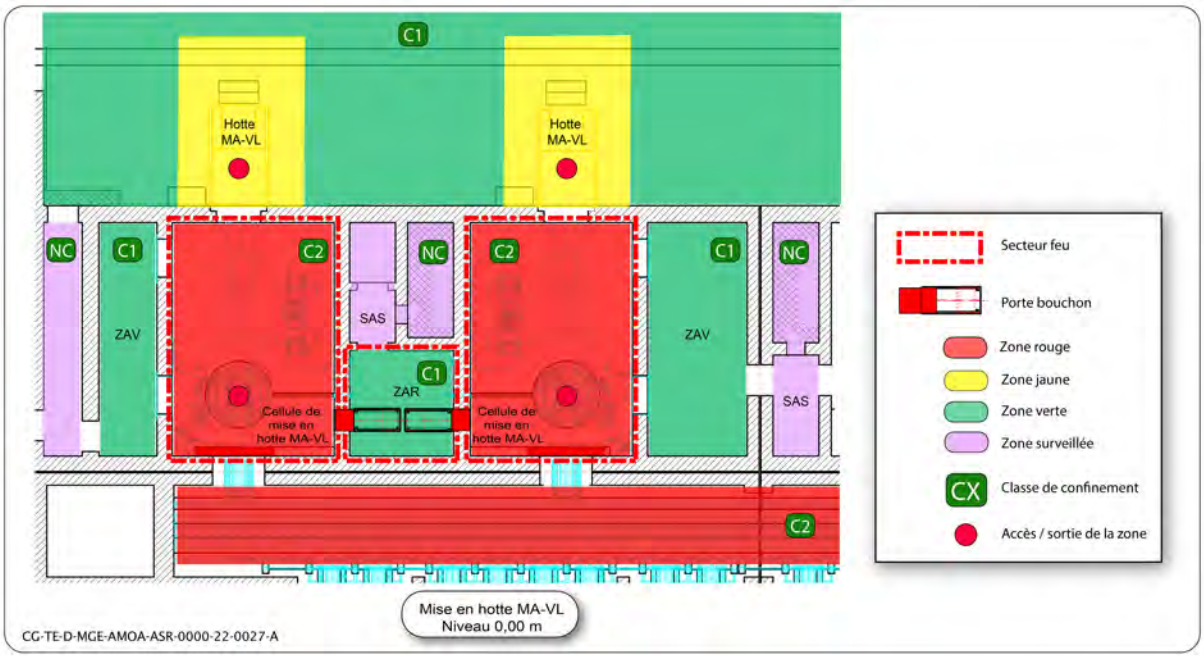


Figure 4-187 Caractéristiques techniques de la cellule de mise en hotte MA-VL (Niv +0.00)

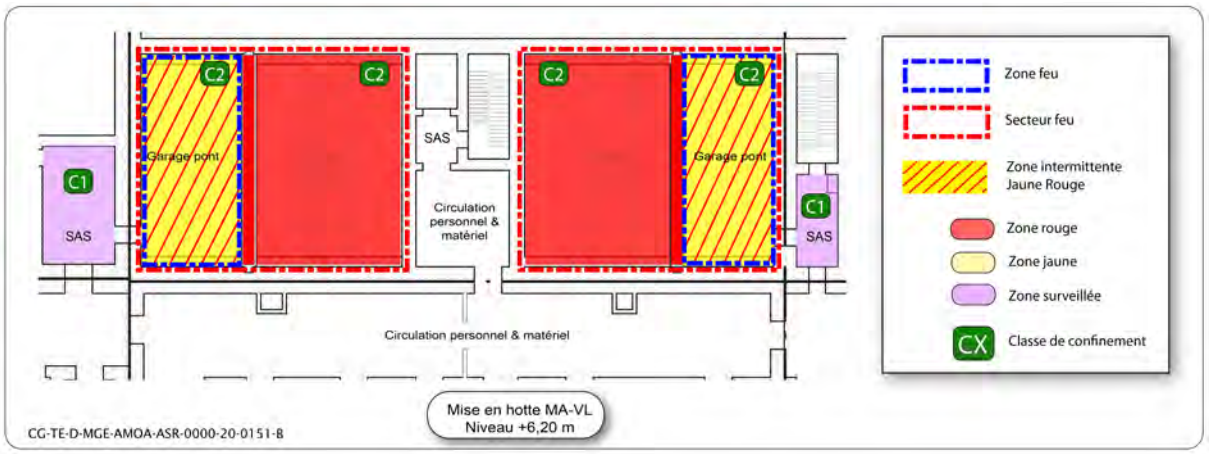


Figure 4-188 *Caractéristiques techniques de la cellule de mise en hotte MA-VL (niveau +6 m)*

4.1.11.4 Les équipements de la cellule de mise en hotte MA-VL

L'installation comporte deux cellules de mise en hotte de transfert MA-VL :

- une cellule est dédiée aux colis de type CS1, CS4, CS5, CS6, CS7 et CS26 transportés par les hottes de type 2 et 3 ;
- une cellule est dédiée aux colis de type CS2, CS3, CS21, CS22, CS23, CS24, CS25, CS27 transportés par la hotte de type 1.

Les deux cellules possèdent la même organisation et les mêmes équipements.

Chaque cellule de mise en hotte MA-VL est composée des équipements suivants (Figure 4-189) :

- un pont roulant de manutention des colis de stockage MA-VL ;
- un palonnier de colis de stockage MA-VL et son rack de dépose ;
- un dispositif de contrôle C7 des colis de stockage MA-VL ;
- une table tournante associée au contrôle C7 ;
- une porte de cellule à simple vantail ;
- un poste avec bras de télémanipulation et hublot de vision ;
- un système de chargement des hottes en deux parties comprenant, une table de dépose, un élévateur et une table de chargement des hottes.

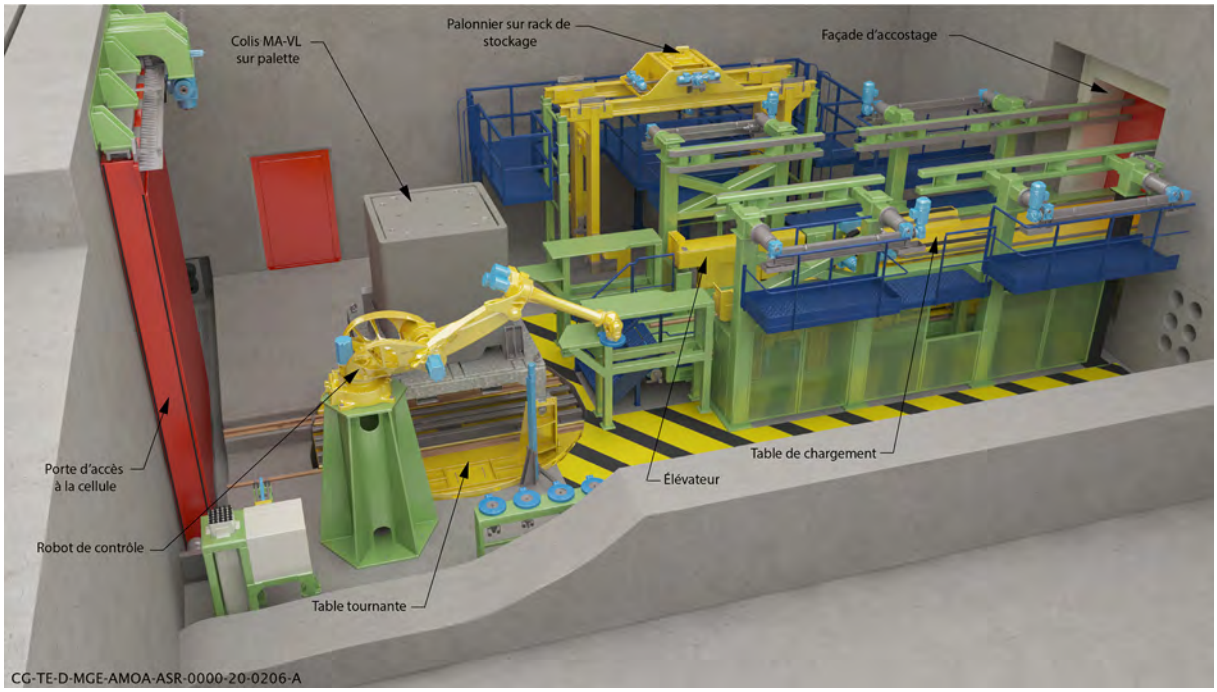


Figure 4-189 Illustration de l'agencement d'une cellule de mise en hotte MA-VL

4.1.11.4.1 Le pont de manutention

Le pont roulant réalise les transferts en cellule des colis de stockage MA-VL entre la table tournante du poste de contrôle C7 jusqu'à l'élévateur du système de chargement des hottes.

Caractéristiques particulières :

- CMU de 25 tonnes ;
- portée : environ 15 mètres ;
- longueur de voie : environ 20 mètres.

Ce pont roulant est un pont de type « nucléarisé », dont la conception est décrite au chapitre 4.1.4.4.1 du présent volume.

4.1.11.4.2 Le palonnier de manutention des colis de stockage MA-VL

Le palonnier de manutention des colis de stockage MA-VL (Figure 4-190) est utilisé dans plusieurs cellules de l'installation EP1 ; il permet la manutention de l'ensemble des colis de stockage MA-VL (conteneurs en béton ou paniers en acier, colis de stockage avec son plateau). Les mécanismes permettent de l'adapter à la configuration de colis à manutentionner.

Dans le cas de la cellule de mise en hotte, le palonnier de manutention des colis de stockage MA-VL a pour principales fonctions de :

- transférer les colis de stockage MA-VL conformes du poste de contrôle C7 vers la table de chargement au niveau de l'élévateur (et inversement en cas de retour d'un colis venant du stockage) ;
- assurer la mise en position des colis de stockage MA-VL sur la table de chargement (ou sur la palette en cas de retour) ;
- être compatible des différents types de colis de stockage MA-VL.

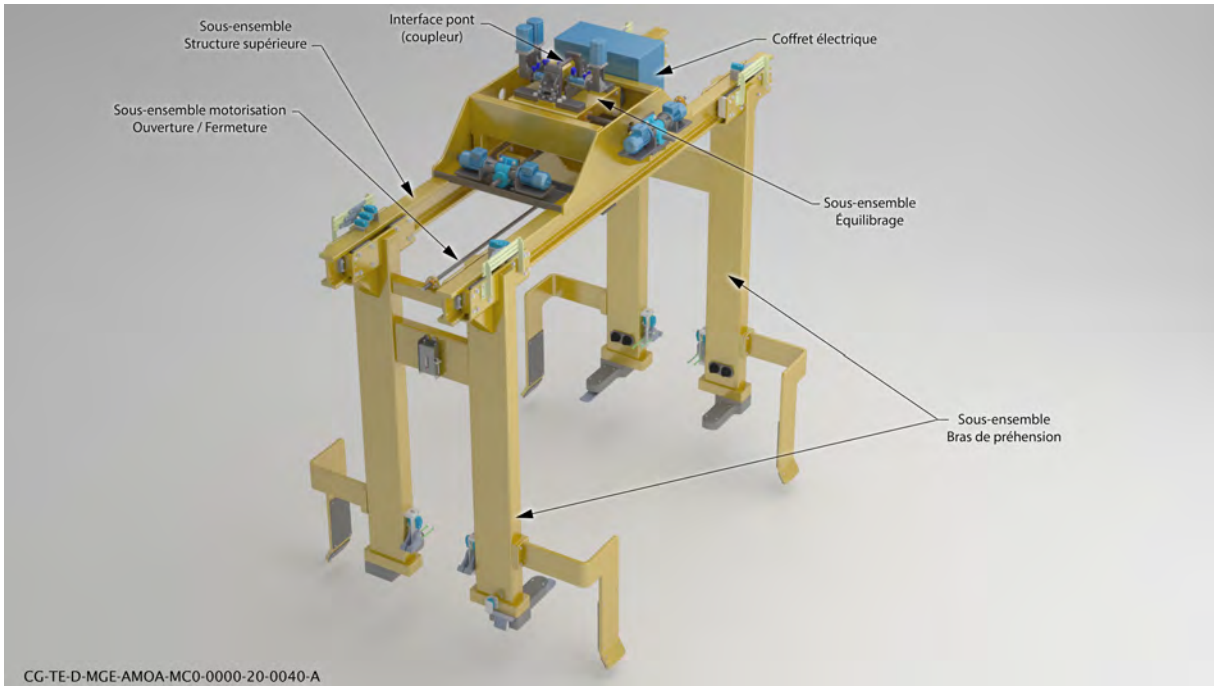


Figure 4-190 Illustration du palonnier de manutention des colis de stockage MA-VL

Les montants des bras de préhension sont constitués de tubes en acier noir, terminés en partie basse par des platines pour la fixation des pelles. Chaque bras du palonnier comporte deux pelles fixées aux montants. La position des pelles est définie par la largeur des colis manutentionnés.

Les montants sont reliés en partie supérieure par une traverse et comportent, à leur sommet, des galets combinés.

Les bras de préhension sont mis en mouvement simultanément par un actionneur longitudinal constitué d'un vérin à vis trapézoïdale (système irréversible) actionnant deux vis (un pas à droite, un pas à gauche) qui, lorsqu'elles sont mises en rotation, permettent de rapprocher ou d'écarter les bras de préhension du palonnier.

Le vérin est mû par deux moteurs (un normal et un secours) fonctionnant simultanément afin de disposer d'une possibilité de manœuvre en cas de panne de l'un d'eux (Figure 4-191). Un carré d'entrainement est également présent sur le moteur de secours pour réaliser un entrainement de secours par bras téléopéré.

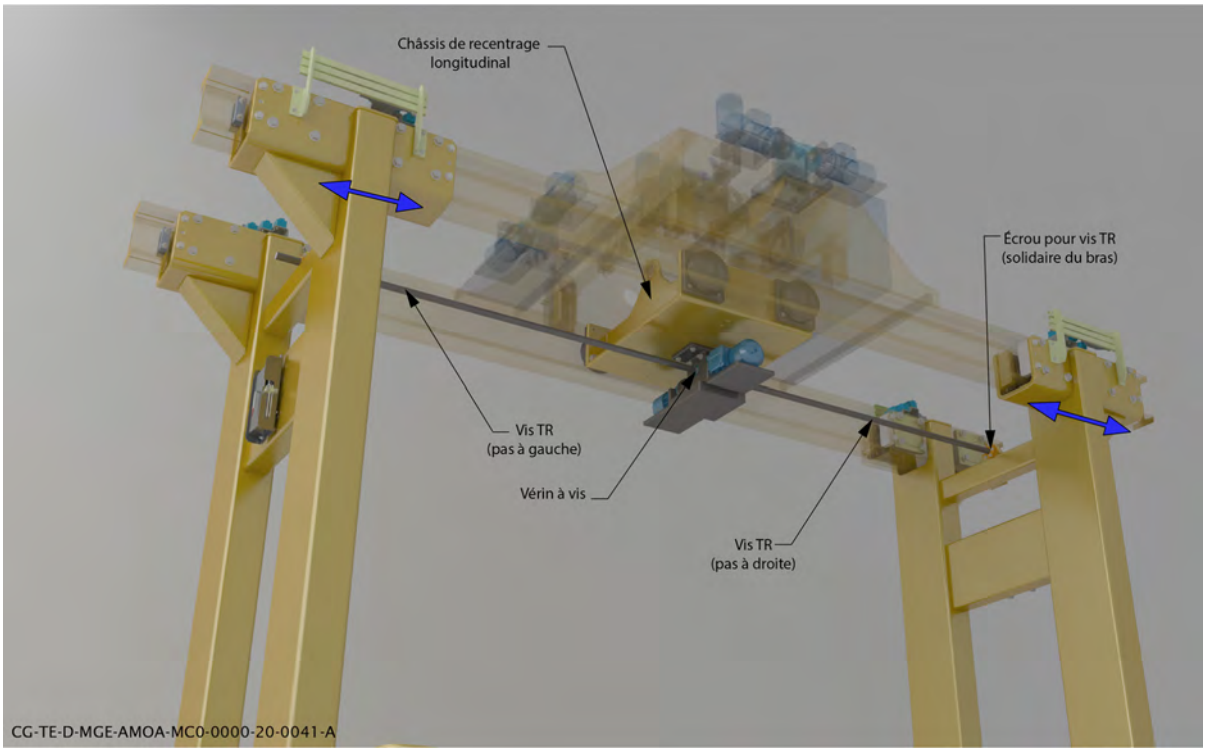


Figure 4-191 *Principe d'entrainement du vérin à vis d'ouverture/fermeture du palonnier de manutention des colis de stockage MA-VL*

Lors de la phase de descente autour du colis, des avaloirs permettent de recentrer le palonnier vis-à-vis de la palette.

La masse différente des colis primaires dans un colis de stockage peut amener à l'inclinaison du colis en phase de levage. En cas de besoin, l'opérateur peut corriger l'équilibrage du palonnier à distance avec l'aide d'un capteur à induction indiquant l'inclinaison ainsi qu'un repère visuel (Figure 4-193). Le système d'équilibrage est constitué de deux parties indépendantes permettant chacune d'agir sur un axe de recentrage (longitudinal ou transversal) du palonnier en charge. Chaque mouvement est réalisé par un moteur secouru sur un vérin à vis trapézoïdale (système irréversible).

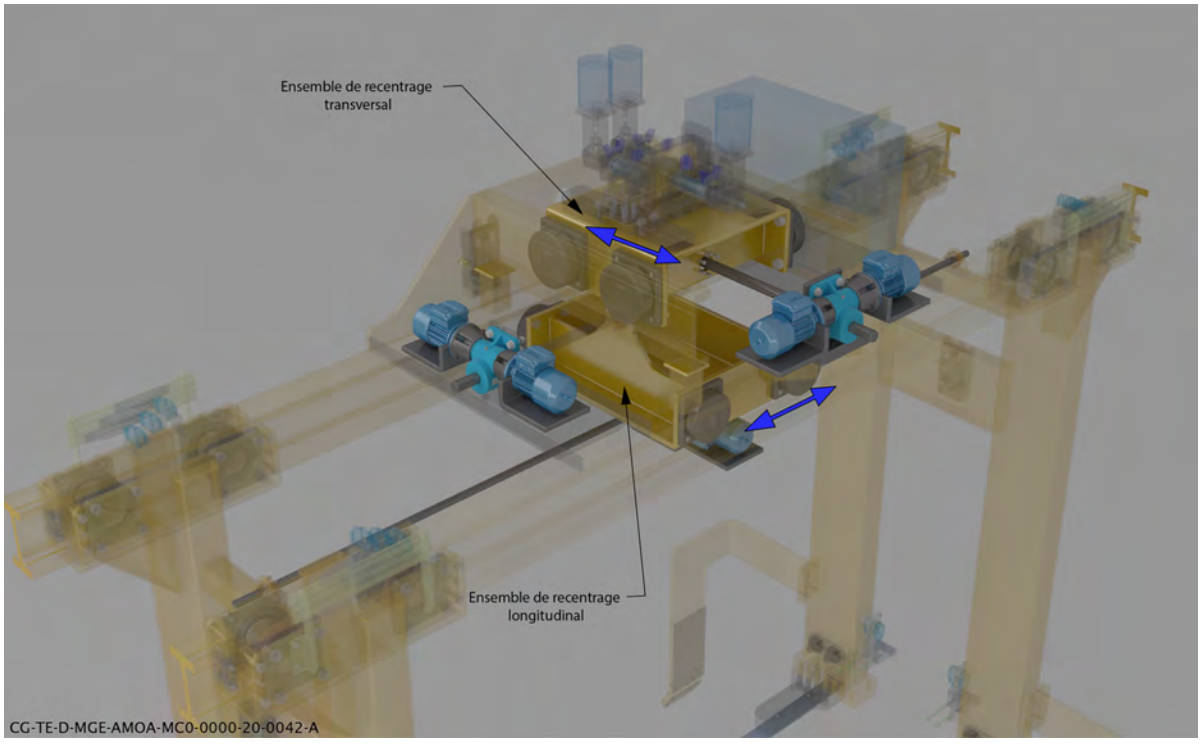


Figure 4-192 Illustration du système d'équilibrage du palonnier de manutention des colis de stockage MA-VL

La gestion des modes de fonctionnement dégradés

En cas de défaillance d'une motorisation de recentrage, le colis est redéposé sur la palette (ou la table déchargement) puis le palonnier est évacué pour maintenance vers son rack de dépose.

En cas de défaillance de la motorisation d'ouverture/fermeture des bras, la redondance de la motorisation permet de terminer les mouvements.

En cas de blocage des galets combinés des bras de préhension, les deux motorisations sont utilisées simultanément afin de produire suffisamment de puissance pour forcer l'ouverture des bras par ripage des galets.

4.1.11.4.3 Le poste de contrôle des colis de stockage (C7)

La méthodologie de contrôle est identique à ceux réalisés dans la cellule de contrôles C5, excepté pour les contrôles dimensionnels, de la contamination sous les colis de stockage et de température qui ne sont pas reconduits.

L'objectif de ce contrôle est d'obtenir une cartographie finale du colis qui va être placé dans le stockage en tenant compte de son enveloppe externe. Une dernière vérification de la contamination est effectuée avant transfert en hotte.

Les dispositifs de contrôle mis en œuvre en C7 pour le contrôle MA-VL sont décrits au chapitre 4.1.4.4.5 du présent volume et les tables tournantes au chapitre 4.1.6.4.4 du présent volume.

4.1.11.4.4 Le système de chargement des colis de stockage en hotte de transfert MA-VL

Le système de chargement assure la reprise du colis de stockage MA-VL déposé par le palonnier sur l'élévateur et son transfert dans la hotte accostée par la table de chargement (Figure 4-193) des guides latéraux sécurisent le colis de stockage lors de son transfert vers la hotte.

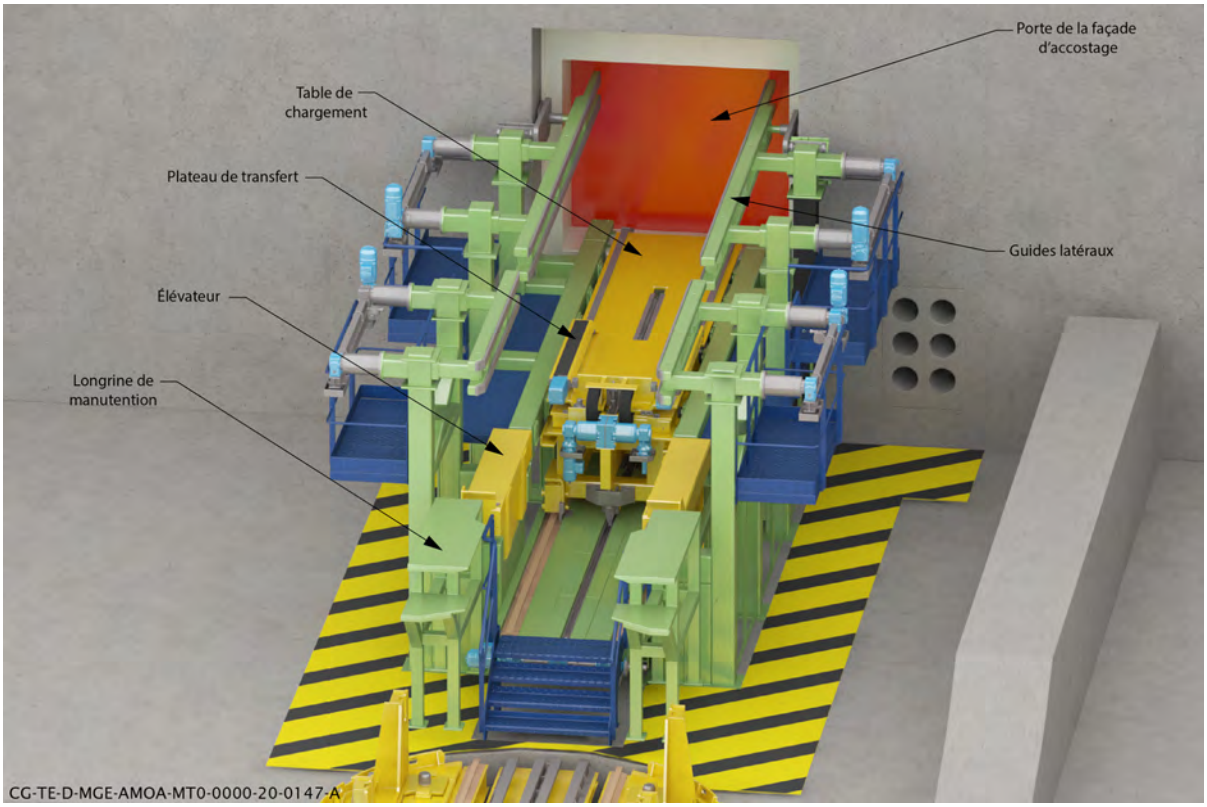


Figure 4-193 *Illustration du système de chargement des colis de stockage MA-VL depuis la cellule de mise en hotte (MA-VL)*

Le palonnier dépose le colis de stockage MA-VL sur l'élévateur pour libérer le colis et permettre sa reprise par la table de chargement.

La table est constituée d'un châssis surmonté d'une table de chargement sur laquelle translate un plateau.

La table est mise en mouvement au moyen d'un moteur électrique embarqué actionnant une chaîne pousseuse implantée dans le radier.

Le plateau est mis en mouvement au moyen d'un moteur électrique embarqué sur la table qui actionne une chaîne pousseuse positionnée sur le plateau de la table.

Le plateau dispose de vérins hydrauliques permettant d'effectuer le levage du colis.

La gestion des modes dégradés

La maintenance de la table de chargement de la hotte s'effectue en accédant dans la cellule après avoir évacué les colis présents de la cellule.

En cas de panne pendant le transfert d'un colis, il est nécessaire de permettre, soit la poursuite du mouvement afin de terminer le processus de mise en hotte, soit le retour du colis en position de chargement/déchargement pour son évacuation de la cellule avant une intervention humaine sur les dispositifs en panne.

- cas d'un blocage de la chaîne cinématique de la table de chargement lié à un défaut de motorisation :
  - ✓ crabotage du moteur de secours et désaccouplement du moteur principal ;
  - ✓ pilotage de la table pour finir les mouvements et le chargement du colis ;

- cas d'un dysfonctionnement de l'accouplement ou d'un blocage de la chaine cinématique de la table :
  - ✓ un robot téléopéré est introduit dans la cellule par la ZAR de la cellule ;
  - ✓ action sur le dispositif d'escamotage de l'accouplement de la table permettant de libérer la translation de la table ;
  - ✓ déplacement de la table à l'aide du robot pour procéder à l'évacuation du colis ;
- cas d'un dysfonctionnement en translation du plateau de transfert lié à une motorisation défaillante :
  - ✓ crabotage du moteur de secours et désaccouplement du moteur principal ;
  - ✓ pilotage de la table pour finir les mouvements et le chargement du colis ;
- cas d'un dysfonctionnement de l'accouplement ou d'un blocage de la chaine cinématique du plateau de transfert :
  - ✓ un robot téléopéré est introduit dans la cellule par la ZAR de la cellule ;
  - ✓ action sur le dispositif d'escamotage de l'accouplement de la table permettant de libérer la translation de la table ;
  - ✓ déplacement de la table à l'aide du robot pour procéder à l'évacuation du colis ;
- cas d'un dysfonctionnement de l'ensemble élévation/dépose du plateau de transfert lié aux vérins ou le système hydraulique :
  - ✓ passage en mode dégradé du pilotage ;
  - ✓ mise en mouvement du plateau pour soulever le colis avec les vérins de secours ;
  - ✓ dépose du colis dans la hotte suite au retour du plateau en position basse ;
- cas d'un dysfonctionnement de l'ensemble élévateur de colis lié aux vérins ou le système hydraulique :
  - ✓ passage en mode dégradé du pilotage de l'élévateur ;
  - ✓ mise en mouvement de l'ensemble de secours ;
  - ✓ dépose du colis sur la table de chargement pour réaliser la fin des opérations de chargement.

À l'issue des opérations, soit de fin de chargement, soit d'évacuation du colis, les opérateurs interviennent pour procéder aux dépannages dans la cellule après consignation.

4.1.11.5 Le fonctionnement de la cellule de mise en hotte MA-VL (Figure 4-194)

Ce chapitre décrit les étapes qui permettent de placer les colis de stockage MA-VL dans la hotte de transfert, celle-ci ayant pour fonction d'assurer le transit des colis depuis le bâtiment nucléaire de surface jusqu'en souterrain dans les alvéoles de stockage. Les colis de stockage MA-VL sont chargés unitairement en hotte de transfert MA-VL.

Deux cellules de mise en hottes MA-VL sont implantées dans le bâtiment. Chacune correspond à un gabarit de hotte, lequel est fonction de la taille du colis de stockage. Leur fonctionnement est identique.

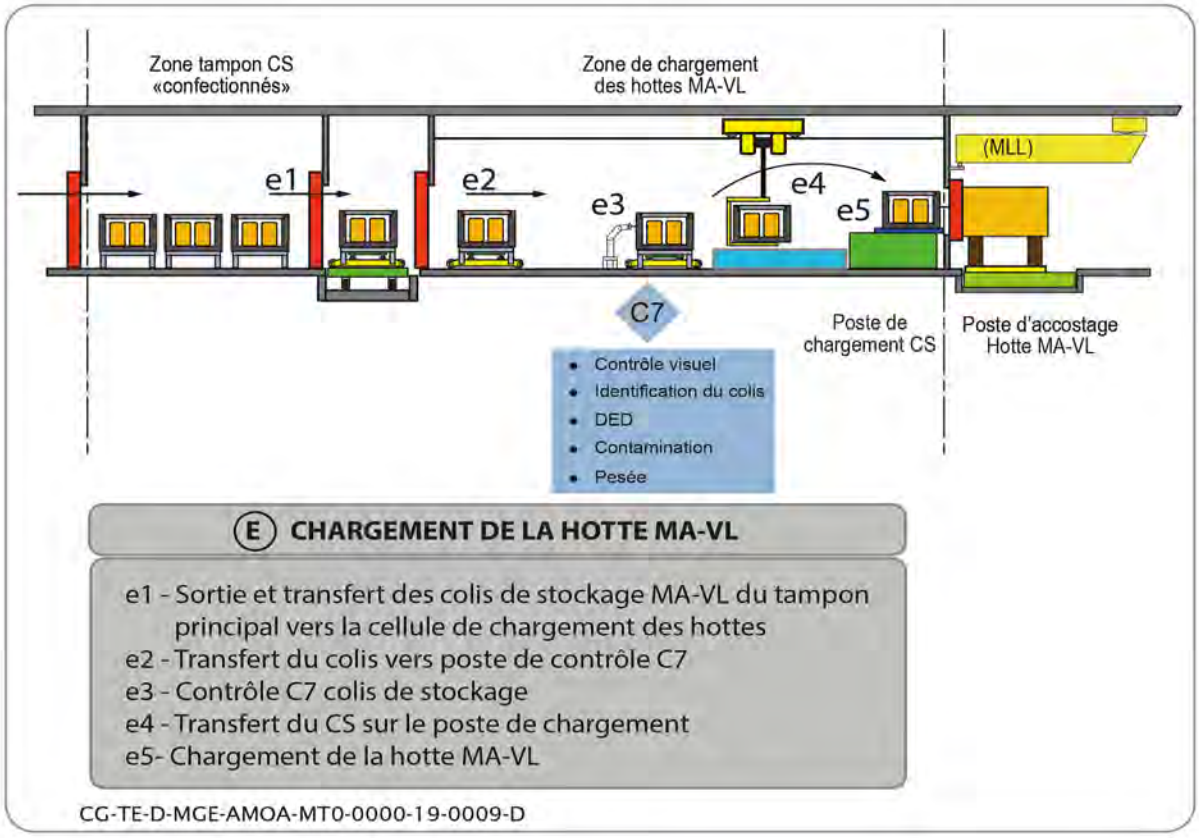


Figure 4-194 *Schéma de principe de chargement des colis de stockage MA-VL en hotte*

4.1.11.5.1 Le transfert du colis de stockage MA-VL depuis l'entreposage tampon vers la cellule jusqu'au contrôle C7 (opérations e1 à e3, Figure 4-194)

Le transfert de la palette est réalisé avec un chariot et le transbordeur nord jusqu'à l'entrée de la cellule de mise en hotte MA-VL (opération e1). Le chariot-palette dépose la palette contenant le colis de stockage MA-VL à l'entrée de la cellule sur une table tournante. Le chariot-palette est évacué puis la porte de cellule refermée. Le robot de contrôle C7 peut procéder au contrôle du colis en association avec la rotation de la table tournante pour permettre l'accès à toutes les faces latérales et supérieure.

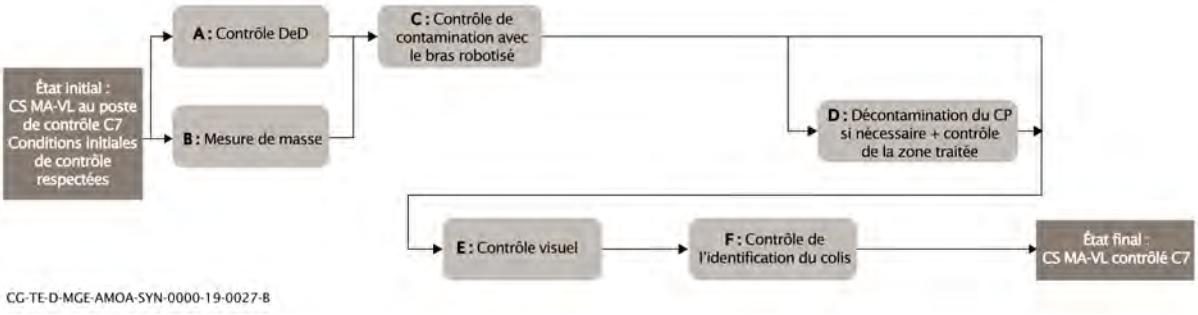


Figure 4-195 *Schéma de principe du transfert du colis de stockage MA-VL depuis l'entreposage tampon vers la cellule de mise en hotte MA-VL*

Le contrôle C7 est réalisé systématiquement sur l'ensemble des colis de stockage avec la vérification de cinq critères :

- le débit de dose (DeD) ;
- la masse du colis de stockage MA-VL conditionné final ;
- la contamination surfacique inférieure aux seuils définis (0,4 Bq/cm^2 en alpha et 4 Bq/cm^2 en beta-gamma ou alpha de faible toxicité) ;
- l'aspect extérieur par contrôle visuel (vérification du bon état du colis à la suite de sa manutention et de la qualité du clavage pour les colis concernés) ;
- l'identification du colis de stockage MA-VL.

La cinématique du contrôle C7 est identique à celle du contrôle C5 (cf. Chapitre 4.1.4.5.3 du présent volume), excepté les contrôles dimensionnels et de contamination inférieure (sous le CS) qui ne sont pas réalisés.

En cas de contamination supérieure aux seuils détectée, le robot procède à une décontamination locale par nettoyage de la zone.

Dans le cas d'un colis non conforme, celui-ci est renvoyé dans le local des non-conformités (NC). Les possibilités à ce stade sont diverses : décontamination poussée, dérogation ou réouverture.

4.1.11.5.2 Le transfert du colis de stockage sur le poste de chargement (e4, Figure 4-194)

Les opérations de transfert du colis de stockage sur le poste de chargement sont illustrées sur la figure 4-196.

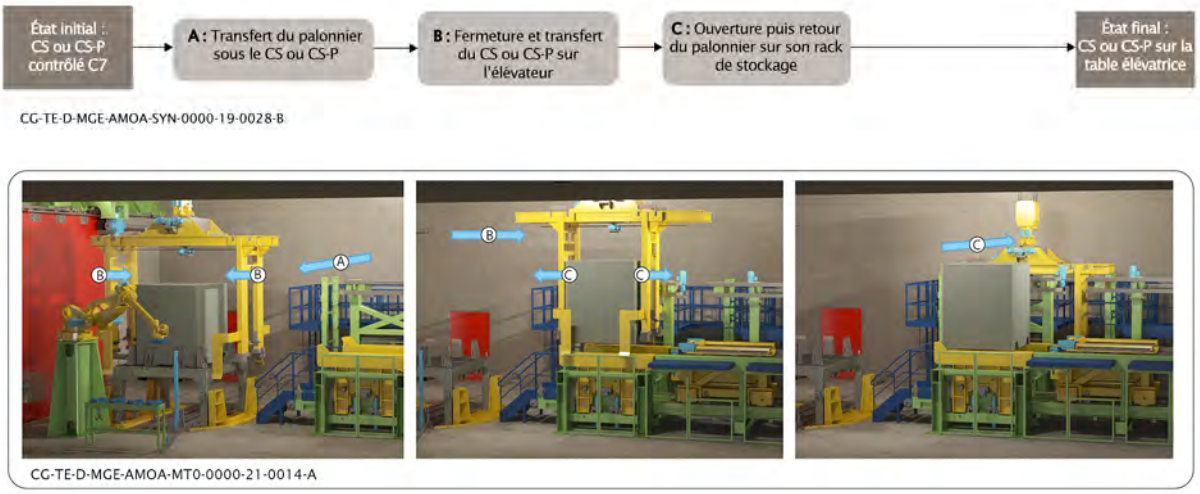


Figure 4-196 Transfert du colis de stockage MA-VL sur l'élévateur

Le pont roulant présent dans la cellule, équipé du palonnier, transfère le colis de stockage de la palette jusqu'à l'élévateur :

- le palonnier est ouvert, aligné, descendu autour du colis, refermé, équilibré pour permettre une dépose optimale sur l'élévateur ;
- le colis de stockage est levé et transféré vers l'élévateur puis déposé ;
- le palonnier est déposé sur son rack de stockage. Dans le cas des colis de stockage sur plateau, le palonnier réalise la préhension simultanée du colis et du plateau sur la table dans le même temps suivant la même cinématique.

4.1.11.5.3 L'ouverture de la façade d'accostage MA-VL

Les opérations d'ouverture de la façade d'accostage MA-VL sont illustrées sur la figure 4-197.

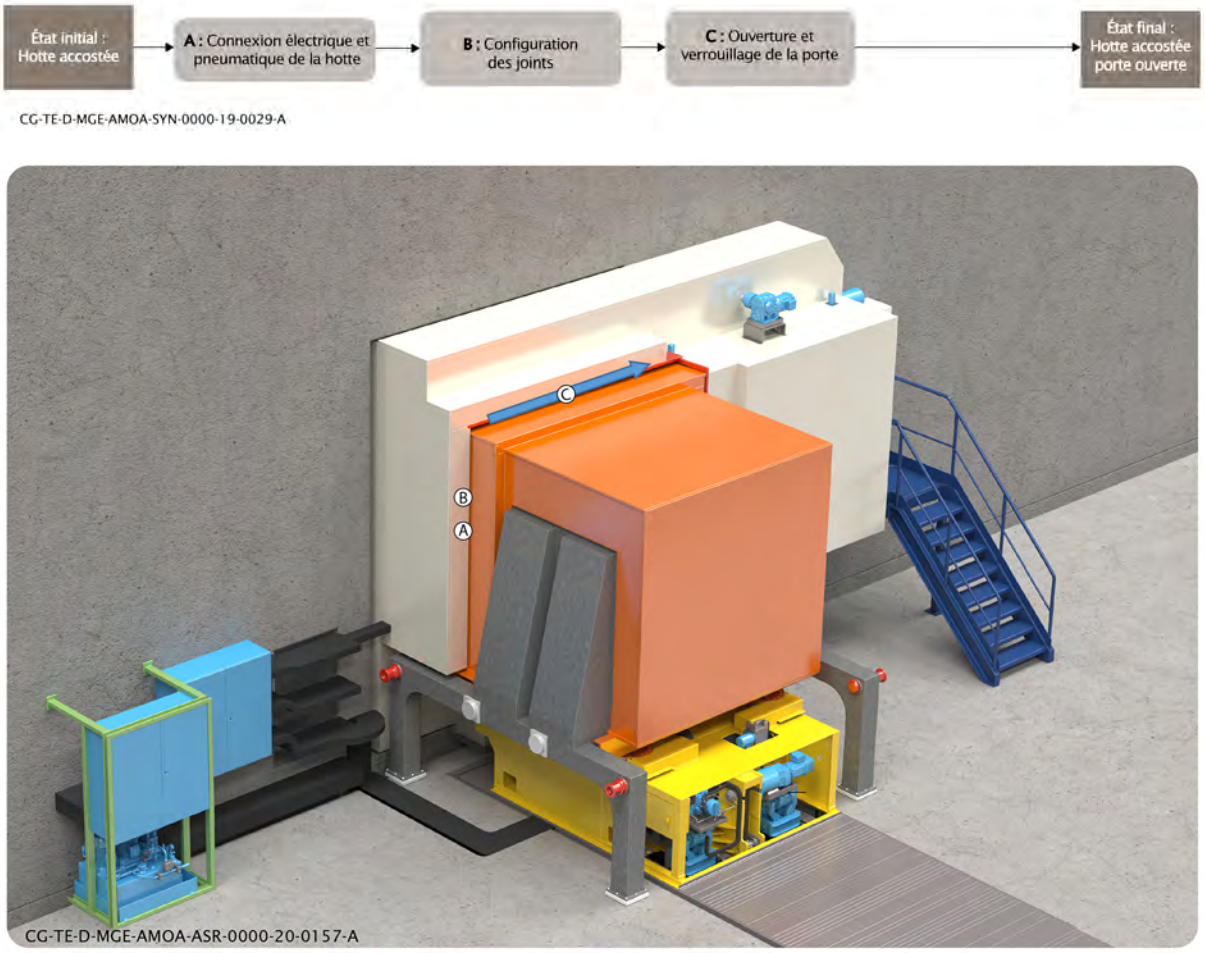


Figure 4-197 *Shéma de principe du process d'ouverture d'une façade d'accostage MA-VL*

Les principes de fonctionnement consistant à accoster de façon étanche la hotte sur la façade d'accostage de la cellule de mise en hotte MA-VL sont décrits au chapitre 3.3.1.1 du présent volume.

Après accostage de la hotte contre la façade, la porte de la hotte et de la façade d'accostage sont ouvertes simultanément par la motorisation de la façade d'accostage.

4.1.11.5.4 La mise en hotte du colis de stockage MA-VL (e5, Figure 4-194)

Les opérations de mise en hotte du colis de stockage MA-VL sont illustrées sur la figure 4-198.

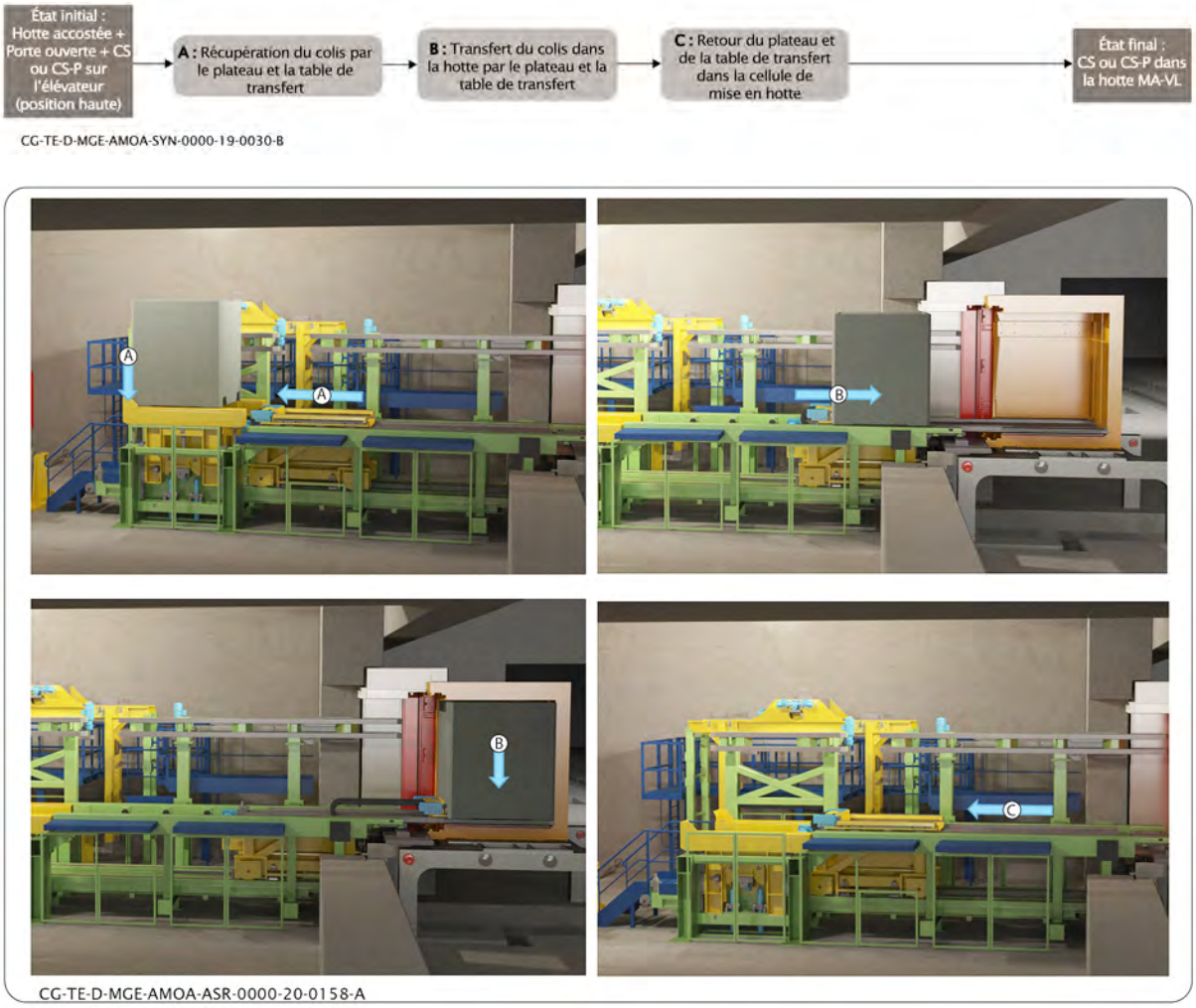


Figure 4-198 *Schéma de principe du process de mise en hotte des colis de stockage MA-VL*

La récupération du colis de stockage sur l'élévateur est réalisée par recul en position arrière de la table de chargement et du plateau de transfert puis descente de l'élévateur jusqu'à dépose complète de la charge sur le plateau. La table et le plateau avancent simultanément jusqu'à avoir les rails de la table de chargement en fond de hotte. Le plateau peut ensuite avancer et déposer le colis de stockage dans la hotte. Après dépose, le chariot puis la table reviennent en position initiale et les portes de hotte et de façade se referment.

4.1.11.6 Le pilotage de la zone de mise en hotte des colis de stockage MA-VL et principes d'exploitation

Les caractéristiques des différents modes d'exploitation ainsi que les conditions initiales et permanentes nécessaires au démarrage et à la poursuite des cycles de process sont indiquées au chapitre 4.1.2.4 du présent volume.

4.1.11.6.1 Le pilotage de la zone

Le pilotage de la zone en fonctionnement normal est opéré en automatique depuis la salle de conduite centralisée (SCC). L'étape d'équilibrage du palonnier est pilotée depuis cette salle de conduite en mode manuel asservi en utilisant les caméras de cellule, puis le cycle est relancé en mode automatique.

Il est également possible de piloter cette partie d'installation sur des postes de conduite locaux (PCL) en cas de besoin. Ces postes sont localisés dans les zones avant (ZAV) de la cellule de mise en hotte.

Elles disposent de vision directe au travers d'un hublot de radioprotection, de télémanipulateurs ainsi que d'écrans de visions reliés aux caméras dans la cellule.

Chaque cellule de mise en hotte MA-VL possède une zone avant (ZAV) (cf. Figure 4-199).

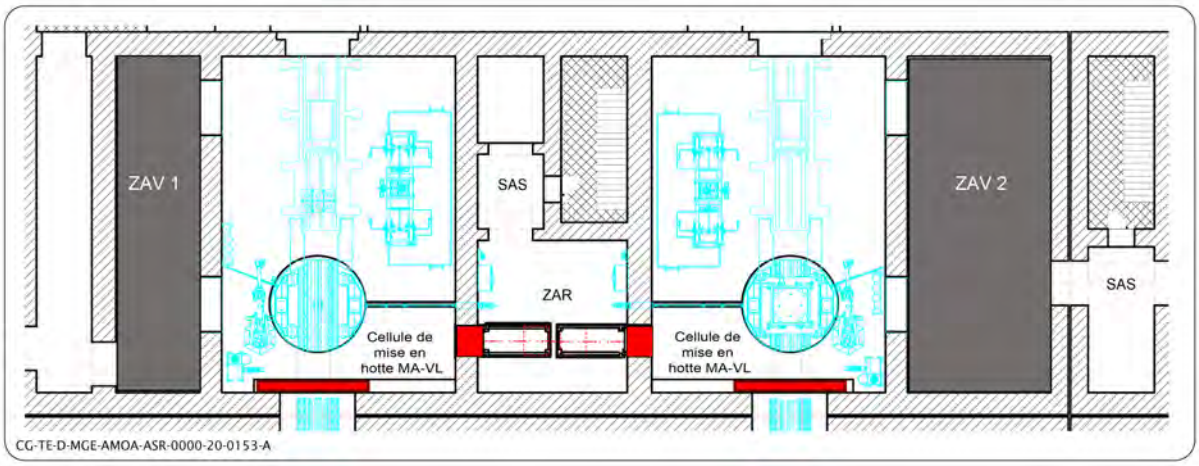


Figure 4-199 *Illustration de la localisation des zones avant (ZAV) des cellules de mise en hotte MA-VL*

La zone avant n° 1 face à la cellule de mise en hotte de transfert MA-VL n° 1 possède la capacité de piloter les équipements la cellule n° 1. La zone avant n° 2 face à la deuxième cellule de mise en hotte de transfert MA-VL n° 2 possède également la capacité de piloter les équipements la cellule n° 2. Ceux-ci sont les suivants :

- pont roulant de manutention des colis de stockage MA-VL ;
- porte de ZAR pont de la cellule de mise en hotte MA-VL ;
- table de mise à hauteur et de chargement des colis de stockage MA-VL ;
- équipement de contrôle C7 et table tournante de la cellule de mise en hotte MA-VL ;
- porte coulissante simple vantail de la cellule de mise en hotte MA-VL ;
- porte bouchon entre la zone arrière (ZAR) et la cellule de mise en hotte MA-VL (après autorisation et consignation).

Un arrêt d'urgence présent dans la zone avant de chaque cellule de mise en hotte MA-VL permet d'arrêter l'ensemble des équipements propres à chaque cellule.

4.1.11.6.2 Les principes d'exploitation

Les principes d'exploitation définis pour la zone de mise en hotte de transfert MA-VL sont les suivants :

- le chariot ne peut être présent dans la cellule que de manière transitoire pour déposer ou reprendre une palette ;
- les portes process sont normalement fermées ;
- les portes d'accès en zone rouge (zone arrière de cellule et zone arrière du pont) sont fermées, verrouillées et consignées en présence d'un colis ;
- une opération non interruptible ne peut démarrer que si elle peut être terminée avant la fin de la période de production ;
- en cas de détection de contamination atmosphérique dans une cellule, celle-ci est maintenue confinée (en dynamique et en statique) ;
- mise en pose du process en cas de détection incendie.

4.1.12 La mise en hotte des colis de stockage HA

4.1.12.1 La localisation de la zone de mise en hotte HA

La zone de mise en hotte des colis de stockage HA est localisée au nord du bâtiment EP1, en aval de l'entreposage tampon des CS (Figure 4-200). Elle est implantée sur les niveaux +0 m (niveau de transfert et process) et +6 m (niveau de circulation et maintenance des ponts roulants).

Figure 4-200 *Illustration de la localisation de la zone de mise en hotte HA dans le bâtiment nucléaire de surface EP1*

4.1.12.2 Les fonctionnalités de la zone de mise en hotte HA

Les fonctions principales de la zone sont les suivantes :

- contrôle final du colis de stockage (C7) ;
- indexation et orientation du colis de stockage ;
- chargement d'un colis de stockage HA dans la hotte de transfert HA.

4.1.12.3 Les caractéristiques techniques de la zone de mise en hotte HA

Le tableau 4-17, la figure 4-200 et figure 4-201 présentent les caractéristiques des locaux concernés, leur classement en ventilation suivant la norme NF ISO 17873 de 2006 (15) ainsi que le zonage radiologique correspondant.

Tableau 4-17 *Caractéristiques techniques de la zone de mise en hotte HA*

Type de local	Classe de confinement (Norme ISO 17 873)	Zonage radiologique
Local process mise en hotte HA	C1	Zone contrôlée rouge
Sas d'accès palette	C2	Zone contrôlée rouge
ZAV	C1	Zone contrôlée verte
ZAR	C1	Zone contrôlée verte
ZAR PONT	C1	Zone contrôlée jaune (zone contrôlée rouge lorsque la porte est ouverte avec présence de colis au sein de la cellule)
Parc à hotte	C1	Zone contrôlée jaune à proximité immédiate des hottes (ZC verte pour le reste du Parc à hottes)

Figure 4-201 *Caractéristiques techniques de la zone de mise en hotte HA (niveau +0 m)*

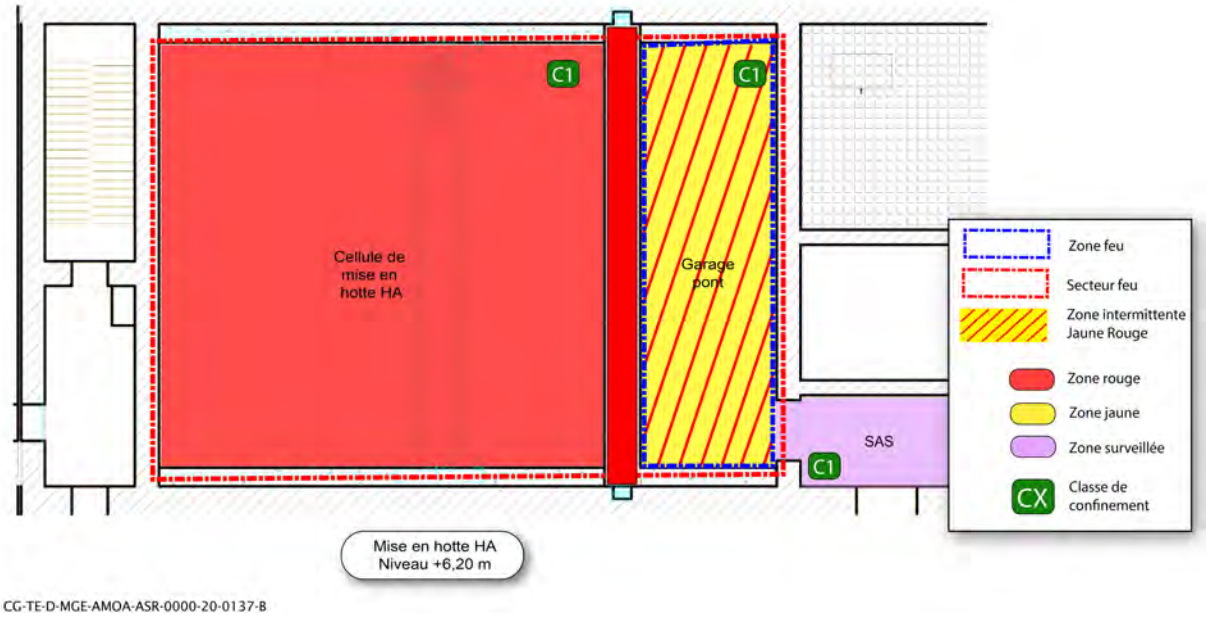


Figure 4-202 *Caractéristiques techniques de la zone de mise en hotte HA (niveau +6 m)*

4.1.12.4 Les équipements de mise en hotte de transfert HA

La zone de mise en hotte HA (Figure 4-203) est composée des équipements principaux suivants :

- une casemate de confinement comprenant une trappe en partie haute et un poste de dépose de palettes ;
- un pont roulant de manutention des colis de stockage HA ;
- un poste de contrôle des colis de stockage HA ;
- une table tournante associée au contrôle C7 ;
- un ensemble basculeur de colis de stockage HA pour mise en hotte de transfert HA ;
- un rack de dépose et un palonnier de colis de stockage HA.

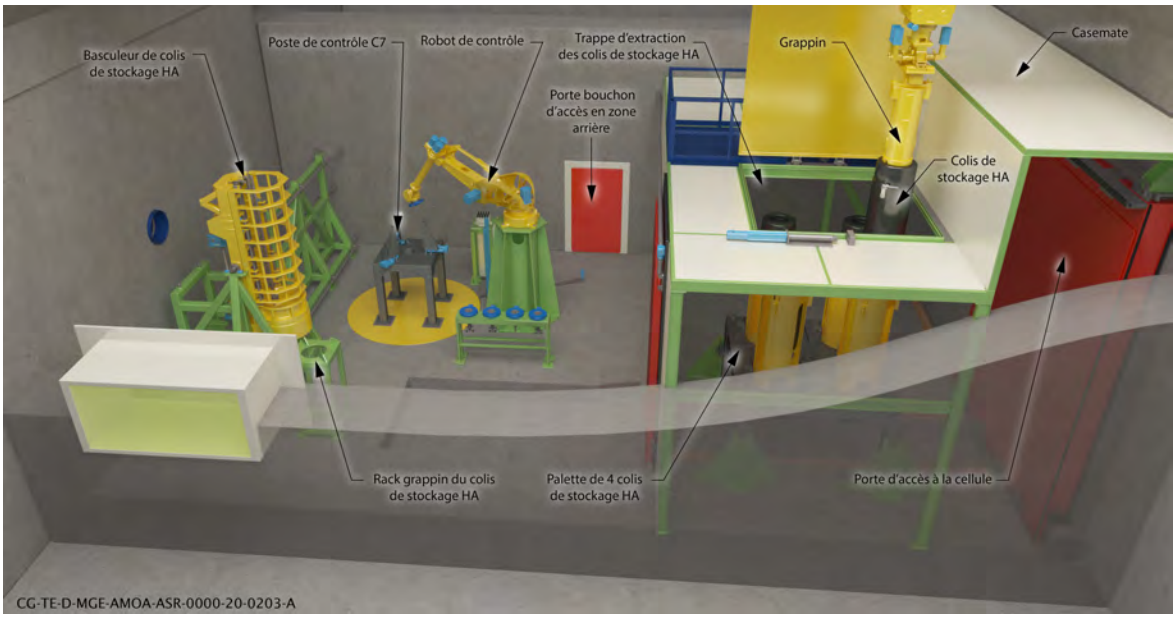


Figure 4-203 *Illustration de la zone de mise en hotte des colis de stockage HA*

4.1.12.4.1 La casemate de dépose de la palette de colis de stockage HA

La casemate acier est implantée à l'entrée de la cellule de mise en hotte HA. Elle permet d'isoler le point de stationnement de la palette sur laquelle se trouve les colis de stockage HA du reste de la cellule (poste de contrôle des colis de stockage HA fermés (C7) et basculeur de colis de stockage HA).

L'objectif de la mise en place de la casemate acier est de créer un secteur de confinement entre la cellule de mise en hotte HA et la zone tampon principale des colis de stockage.

L'ossature de la casemate est constituée d'une structure mécano-soudée en acier. Sur cette structure ont été ajoutés des éléments de renforts pour soutenir les différents équipements présents pour le fonctionnement de la casemate (porte, trappe…).

L'ouverture et la fermeture de la trappe est réalisée à l'aide d'une motorisation qui est déportée à l'aide d'une transmission dans la zone arrière de la cellule de mise en hotte HA. Cela permet à un opérateur de terminer le mouvement en cas de panne sur la motorisation de la trappe sans avoir à intervenir en cellule.

L'ouverture de la trappe est réalisée à l'aide d'un treuil qui est présent dans la cellule de mise en hotte HA sur le toit de la casemate.

La casemate de mise en hotte de transfert HA est équipée de deux portes :

- une porte pour les accès personnels entre la cellule de mise en hotte HA et l'intérieur de la casemate ;
- une porte utilisée pour des opérations de gestion après un incident. Il s'agit d'une porte pivotante, actionnée à distance avec des motorisations déportées dans la zone arrière de la cellule de mise en hotte HA.

4.1.12.4.2 Le pont roulant de cellule

Le pont de manutention permet de déplacer le colis de stockage HA depuis la casemate de dépose de la palette jusqu'au poste de contrôle C7 puis au basculeur HA.

Ce pont dessert toute la zone de la cellule de mise en hotte HA. Ses caractéristiques particulières sont :

- CMU de 10 tonnes ;
- portée : environ 15 mètres ;
- longueur de voie : environ 20 mètres ;

Ce pont roulant est un pont de type « nucléarisé », dont la conception est décrite au chapitre 4.1.4.4.1 du présent volume.

4.1.12.4.3 Le poste de contrôle des colis de stockage fermé (C7) et bras de contrôle

Le fonctionnement du poste de contrôle est identique à celui de la cellule de contrôles C5 sur les colis primaires.

L'objectif de ce contrôle est d'obtenir une cartographie finale du conteneur qui va être placé dans le stockage en tenant compte de son enveloppe externe. Une dernière vérification de la contamination est effectuée avant transfert en hotte (Figure 4-204).

Le dispositif de contrôle C7 HA est identique à celui du contrôle C5 décrit au chapitre 4.1.4.4.5 du présent volume de même que les tables tournantes sont décrites au chapitre 4.1.6.4.4 du présent volume.

Figure 4-204 *Illustration du contrôle de contamination et de débit de dose sur les faces latérales et inférieure des colis de stockage HA (C7)*

4.1.12.4.4 L'ensemble basculeur de colis de stockage HA pour mise en hotte de transfert

Les colis de stockage HA sont manutentionnés dans tout le process du bâtiment nucléaire de surface de manière verticale jusqu'à la cellule de mise en hotte où un moyen basculeur réalise le passage à l'horizontale (position de stockage par la suite dans les alvéoles souterraines) (Figure 4-205). Le basculeur a également une fonction d'indexage angulaire du colis de manière à orienter les patins de glissement vers le bas lors du passage à l'horizontale.

Le basculeur présente ainsi le colis dans une configuration adaptée au transfert vers la hotte. Le poste est également capable d'effectuer ces opérations en sens inverse (de la position horizontale vers la verticale).

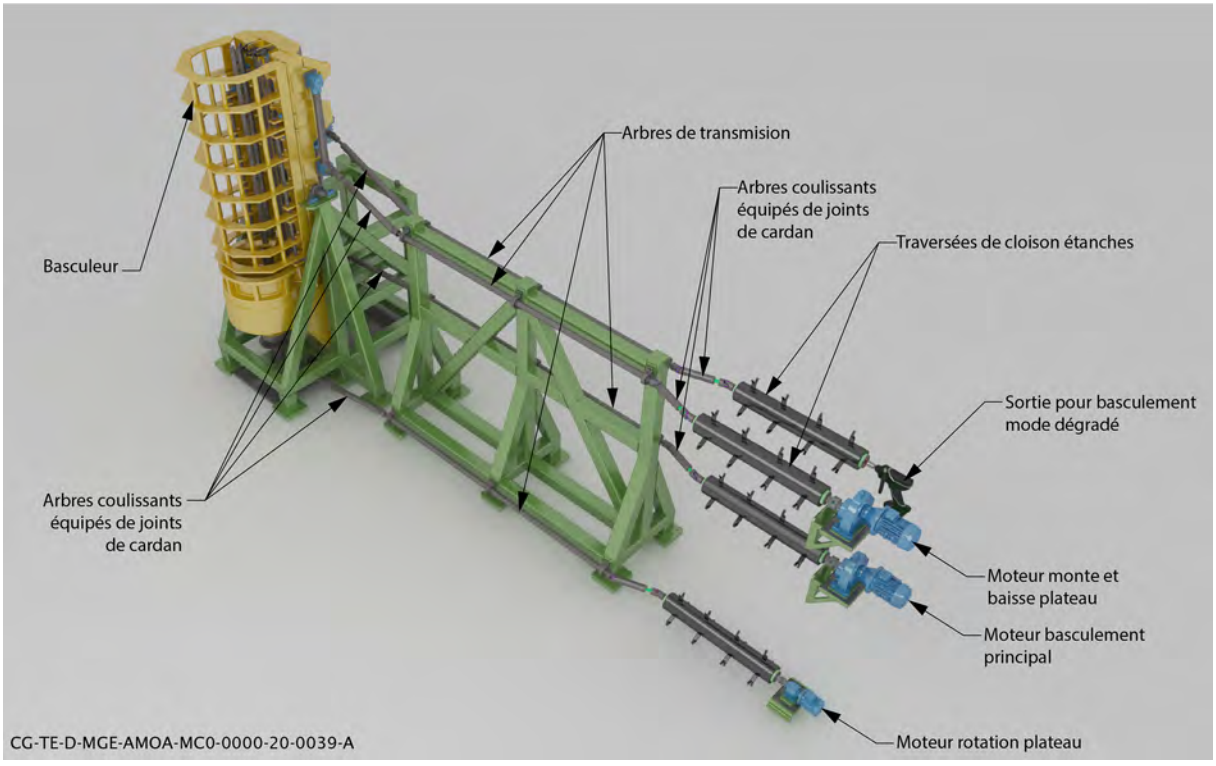


Figure 4-205 *Illustration du poste basculeur de colis de stockage HA (paroi de la cellule non représentée)*

Une motorisation principale reliée à un vérin à vis permet le basculement de l'équipement et du colis de stockage. Une sortie secondaire permet le basculement en mode dégradé si la motorisation principale ne fonctionne plus.

Une motorisation « monte et baisse » permet la mise en hauteur du colis et une autre réalise la rotation du plateau tournant.

Chaque motorisation est située dans la zone arrière et transmet son mouvement *via* une traversée de cloison étanche.

La transmission du mouvement des traversées de cloison étanches aux arbres de transmission, ou des arbres de transmission au basculeur, est réalisée par des arbres coulissants équipés de joints de cardan.

La gestion des modes dégradés du basculeur

Les cas dégradés considérés pour le poste basculeur concernent essentiellement la phase de basculement du colis et les organes assurant cette fonction (motorisation, transmission). Dans toutes les autres phases de vie, le colis peut être évacué soit à l'aide du pont roulant de la cellule (basculeur bloqué en position verticale) ou récupéré par la hotte de transfert (basculeur bloqué en position horizontale) :

- cas de la défaillance d'une motorisation : une commande manuelle annexe équipée d'un carré de manœuvre est prévue pour finaliser le cycle et permettre l'évacuation du colis. Pour actionner cette commande l'opérateur doit utiliser un outil rotatif depuis la zone arrière (ZAR) ;
- défaillance mécanique d'une transmission (arbres, cardans...) induisant un blocage de la ligne de transmission principale du basculement :
  - ✓ utilisation de la commande manuelle annexe, disposant de sa propre ligne cinématique qui permet de finir le mouvement ;
  - ✓ en cas de blocage du secours, la manœuvre consiste à désolidariser le sous-ensemble basculant du système de vérins en retirant l'axe pivot supérieur à l'aide d'un bras télémanipulateur. Le pont est utilisé en soutien pour maintenir le basculeur pendant la phase de désolidarisation puis le faire revenir en position verticale ;
- cas de la défaillance d'un système de freinage : un blocage de frein empêche la configuration de l'ensemble glissières/harnais ou la rotation du plateau pour l'indexage des patins de glissement du colis. Les autres mouvements restent libres, le colis peut être remis à la verticale pour une évacuation du colis de stockage en retour dans la zone tampon afin d'intervenir en maintenance sur l'élément défaillant.

Les autres défaillances identifiées ne sont pas liées au blocage de la chaîne cinématique et peuvent être gérées dans tous les cas, soit après évacuation du colis de stockage, soit par intervention dans les armoires électriques localisées en zone accessible.

4.1.12.4.5 Le rack et le palonnier de préhension des colis de stockage HA

La cellule est équipée d'un rack permettant la dépose du palonnier de manutention du colis de stockage HA. Le palonnier permettant la préhension est identique à celui qui manutentionne les couvercles des conteneurs HA dans la cellule de préparation des colis de stockage. Cet équipement est décrit au chapitre 4.1.4.4.8 du présent volume.

4.1.12.5 Le fonctionnement de la cellule de mise en hotte HA

Ce chapitre décrit l'étape qui consiste à placer les colis de stockage HA dans la hotte de transfert, celle-ci ayant pour fonction d'assurer le transit des colis de stockage depuis le bâtiment nucléaire de surface jusqu'en souterrain dans les alvéoles de stockage (Figure 4-206). Les colis de stockage HA sont chargés unitairement en hotte de transfert HA.

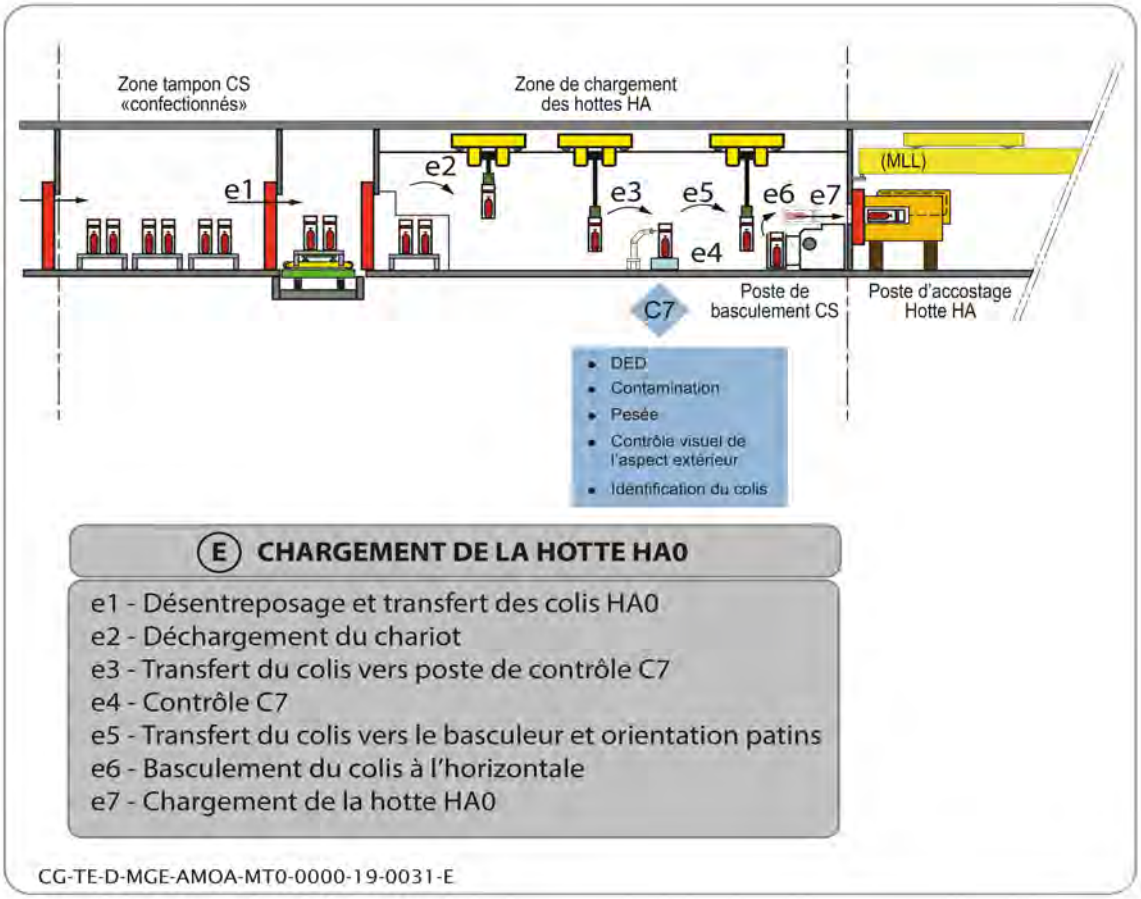


Figure 4-206 Schéma de principe de la mise en hotte des colis de stockage HA

4.1.12.5.1 Le transfert du colis de stockage depuis l'entreposage tampon vers la cellule de mise en hotte et le poste de contrôle C7 (opérations e1 à e3, Figure 4-206)

Le transfert de la palette chargée de colis de stockage HA (Figure 4-207 ; Figure 4-208) est réalisé avec un chariot et le transbordeur nord jusqu'à l'entrée du sas de la cellule de mise en hotte HA (opération e1).

Après fermeture de la porte d'accès à la cellule, la trappe d'extraction supérieure des colis de stockage est ouverte. Le pont réalise ensuite une préhension du colis de stockage sans utiliser la nacelle qui reste sur la palette. Le pont transfère un colis de stockage jusqu'au poste de contrôle C7 et retourne en position de garage en fin de séquence. La trappe supérieure est refermée, les autres colis de stockage sont en attente.

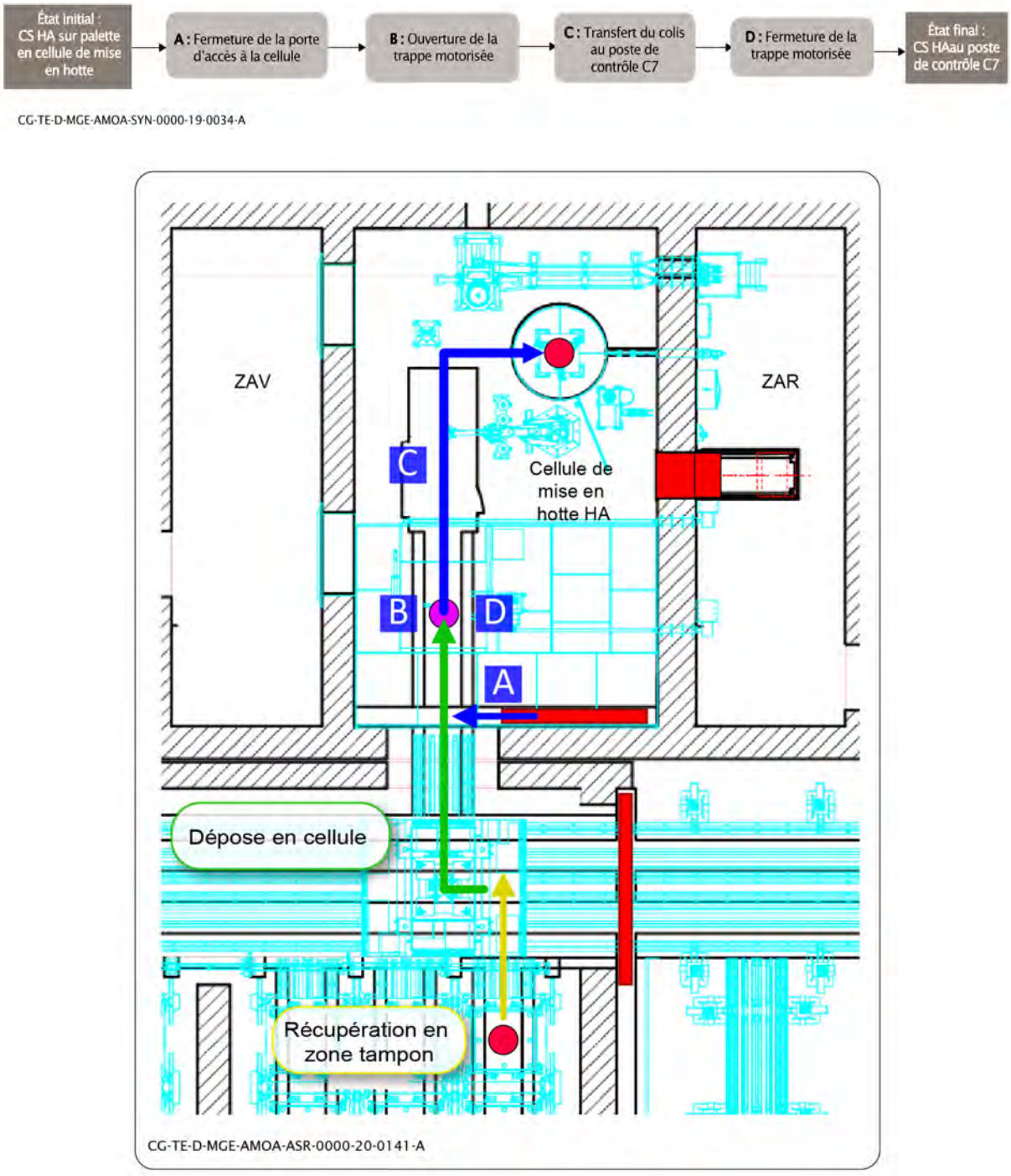


Figure 4-207 *Schéma de principe du transfert d'une palette puis d'un colis de stockage HA vers le poste de contrôle C7*

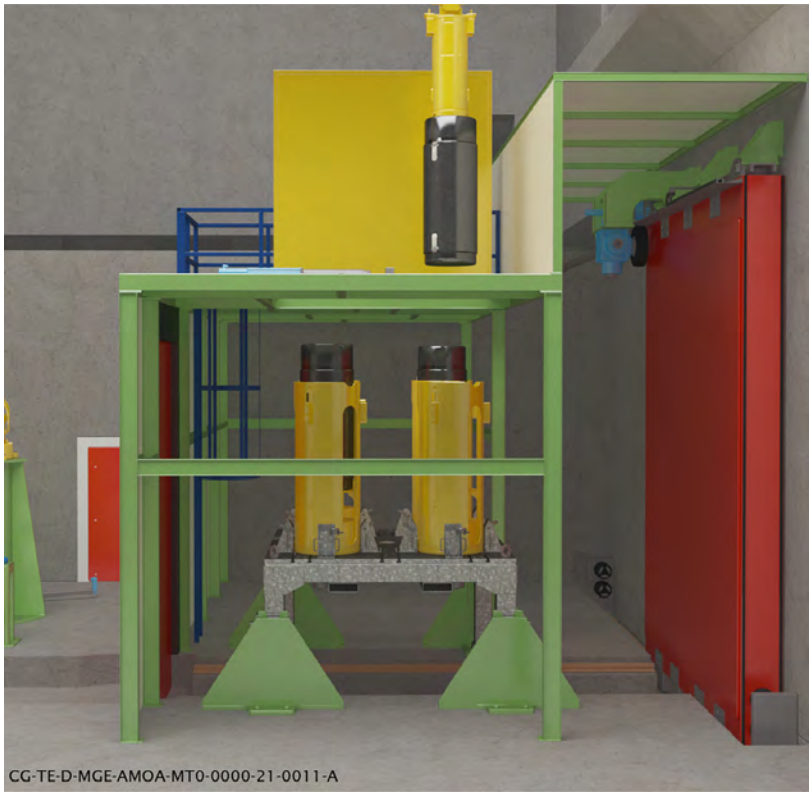


Figure 4-208 *Illustration du transfert d'un colis de stockage HA de la palette en cellule de mise en hotte HA*

4.1.12.5.2 Le contrôle C7 du colis de stockage HA (opération e4, Figure 4-206)

Les opérations de contrôle C7 du colis de stockage HA sont illustrées sur la figure 4-209.

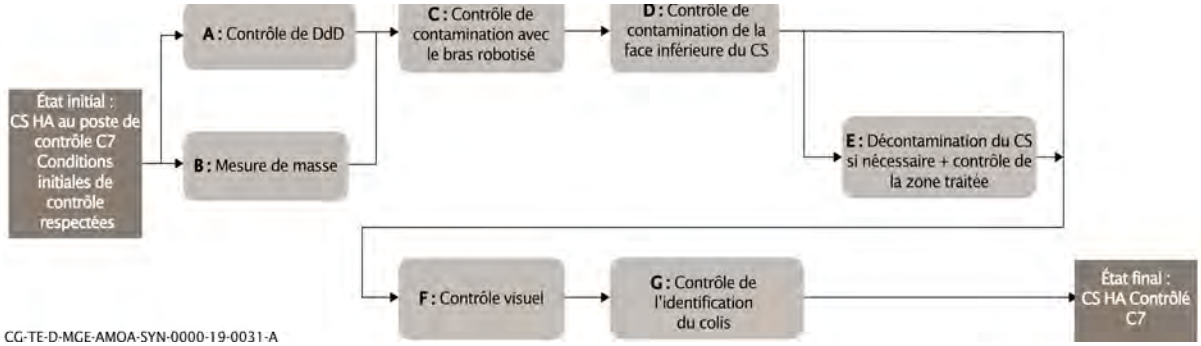


Figure 4-209 *Schéma de principe du déroulement des opérations de contrôle C7 du colis de stockage HA*

Le contrôle C7 est réalisé sur l'ensemble des colis de stockage avec la vérification de cinq critères :

- le débit de dose (DeD) au contact et à un mètre ;
- la masse du conteneur de stockage HA conditionné final ;
- la contamination surfacique inférieure aux seuils définis (0,4 Bq/cm^2 en alpha et 4 Bq/cm^2 en beta-gamma et alpha de faible toxicité) ;
- l'aspect extérieur par contrôle visuel (vérification du bon état du colis à la suite de sa manutention) ;
- l'identification du colis de stockage HA.

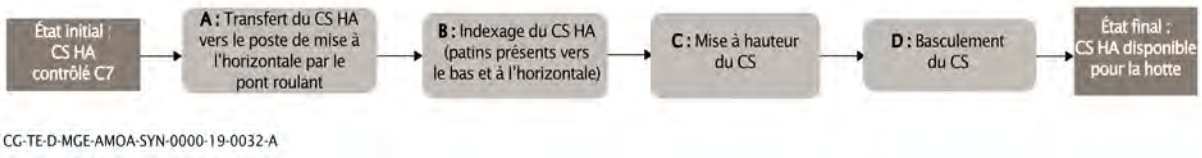
La cinématique du contrôle C7 est identique à celle du contrôle C5 (cf. Chapitre 4.1.4.4.5 du présent volume), excepté les contrôles dimensionnels.

Le cas échéant une étape de décontamination peut être réalisée *in situ*.

Dans le cas d'un colis non conforme, celui-ci est renvoyé dans le local des non-conformités (NC). Les possibilités à ce stade sont diverses, décontamination poussée, dérogation ou déconditionnement.

4.1.12.5.3 Le transfert et le basculement du colis de stockage HA (opérations e5 à e6, Figure 4-206)

Les opérations de transfert et de basculement des colis de stockage HA sont illustrées sur la figure 4-210.



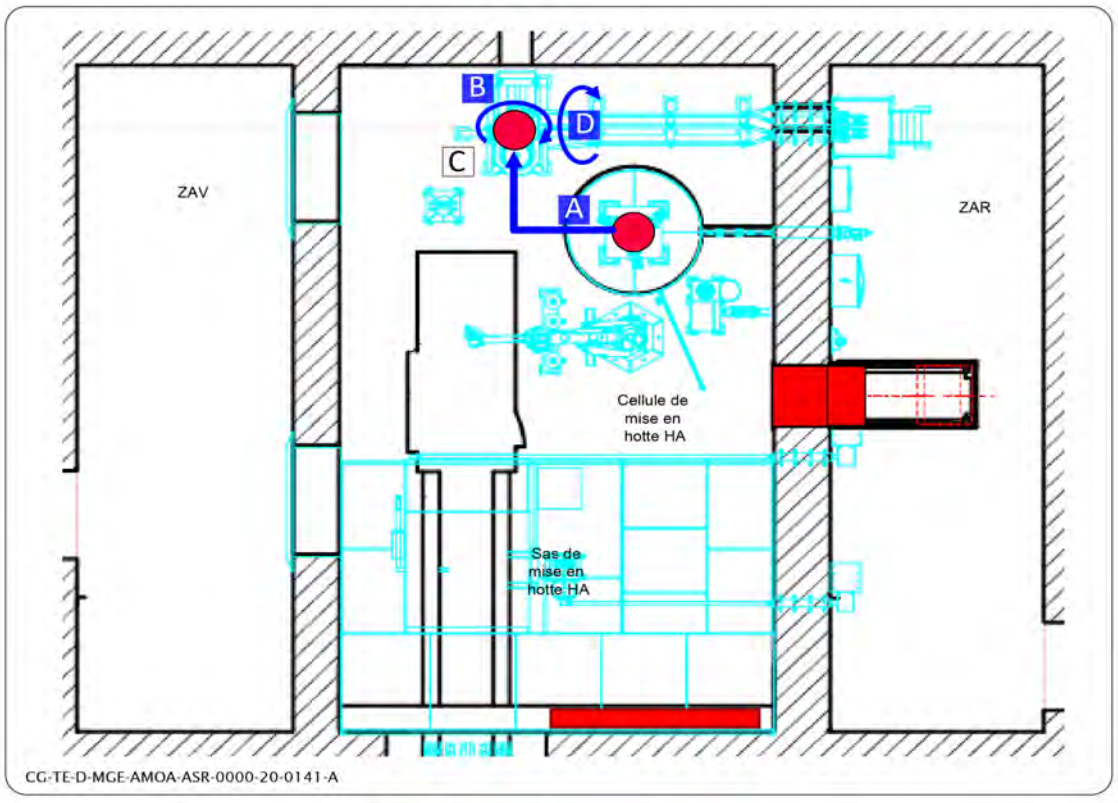


Figure 4-210 *Schéma de principe du transfert et mise à l'horizontale des colis de stockage HA*

Le transfert du colis de stockage est réalisé depuis le poste de contrôle C7 vers le poste de mise à l'horizontale par le pont roulant. Une fois le colis de stockage déposé et le pont roulant en position de se retirer de la zone, le colis est indexé. Cette opération consiste à réaliser la rotation du colis pour que les patins de glissement soient en position basse pour sa mise en stockage. Le basculeur met à hauteur de hotte le colis de stockage HA avant de le basculer à l'horizontale en attente de sa préhension par la hotte (Figure 4-209).

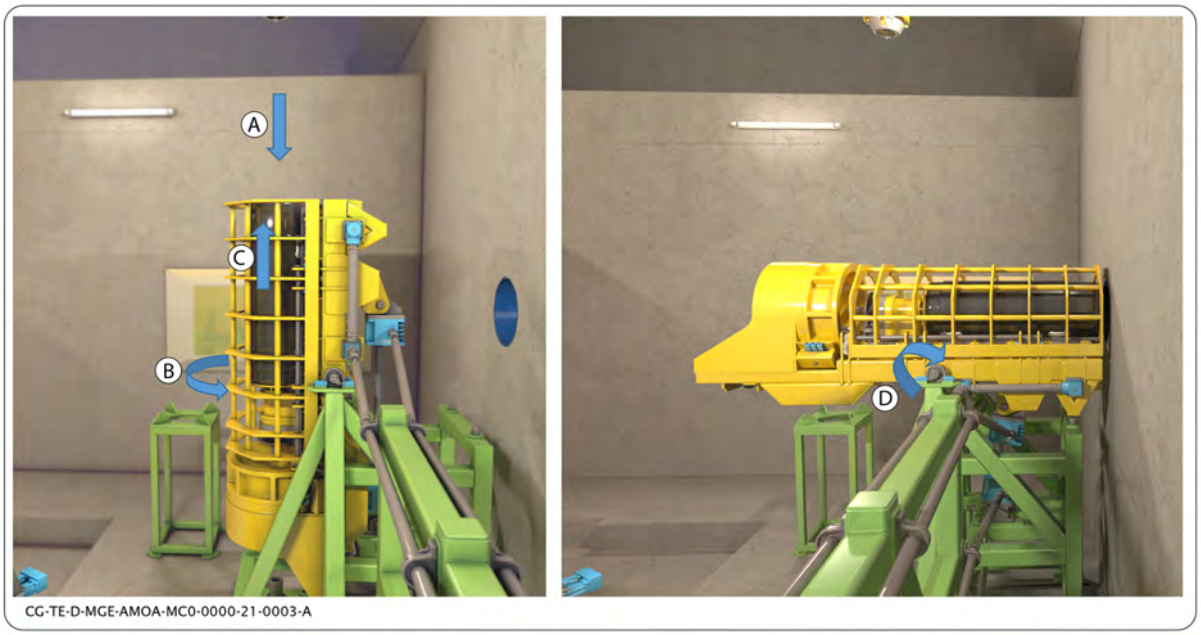


Figure 4-211 *Illustration du transfert dans le basculeur, indexage et mise de l'horizontale du colis de stockage HA*

4.1.12.5.4 L'ouverture de la hotte de transfert HA

Après accostage de la hotte, celle-ci est en position centrale accolée à la façade d'accostage. La hotte aligne alors le grappin de préhension du bouchon puis ouvre l'espace entre le parc à hotte et la cellule de mise en hotte avec l'extraction du bouchon d'exploitation (Figure 4-212, Figure 4-213).

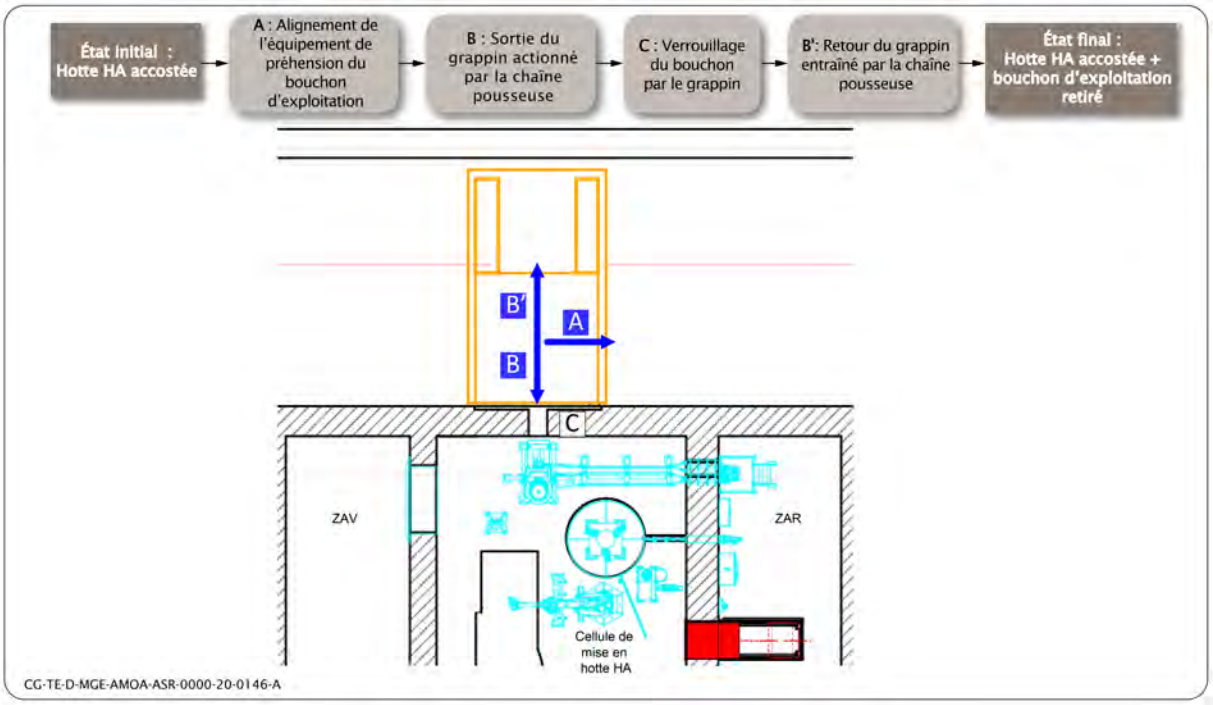


Figure 4-212 *Schéma de principe d'ouverture du bouchon d'exploitation de la hotte de transfert HA*

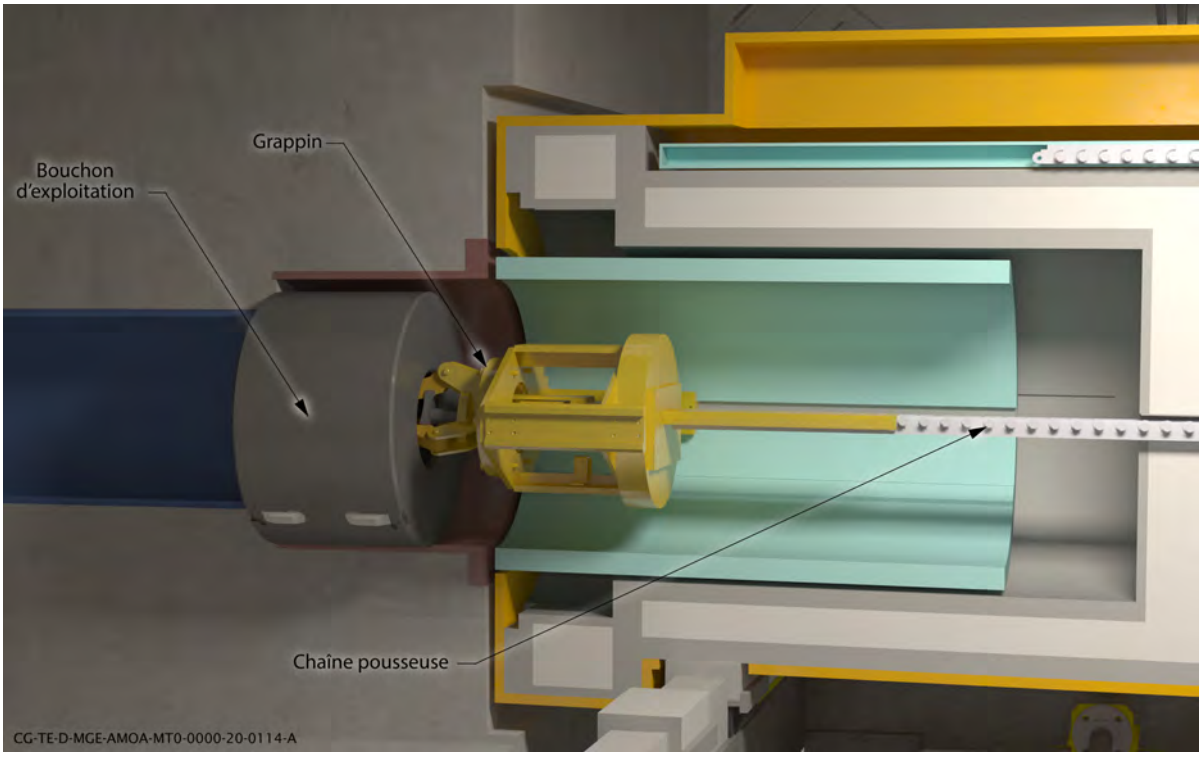
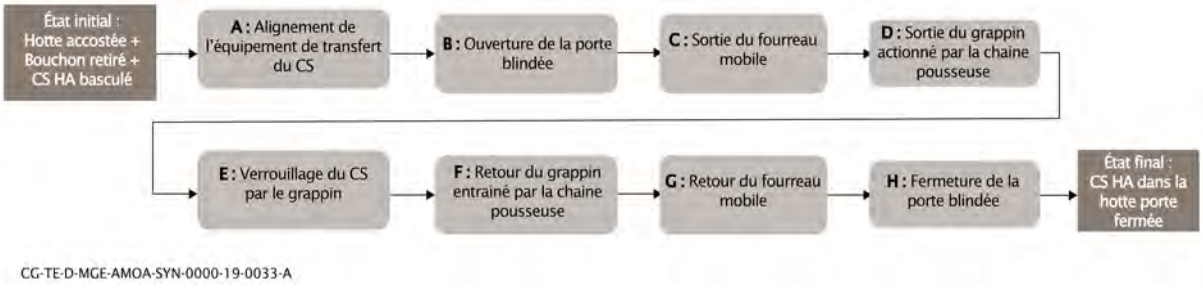


Figure 4-213 *Illustration du grappin de préhension du bouchon d'exploitation de la hotte de transfert HA*

4.1.12.5.5 La mise en hotte du colis HA (opération e7, Figure 4-206)

Pour réaliser la mise en hotte du colis de stockage (Figure 4-214, Figure 4-215), la hotte de transfert HA réaligne le fourreau d'accueil du colis en face de l'ouverture présente dans le génie civil. Après ouverture de la porte blindée, le fourreau avance dans l'orifice suivi par le grappin jusqu'au contact du colis de stockage. Après verrouillage le grappin ramène le colis dans le fourreau, puis le fourreau ramène le tout dans la hotte.

La porte blindée se referme devant le fourreau permettant de protéger les opérateurs.



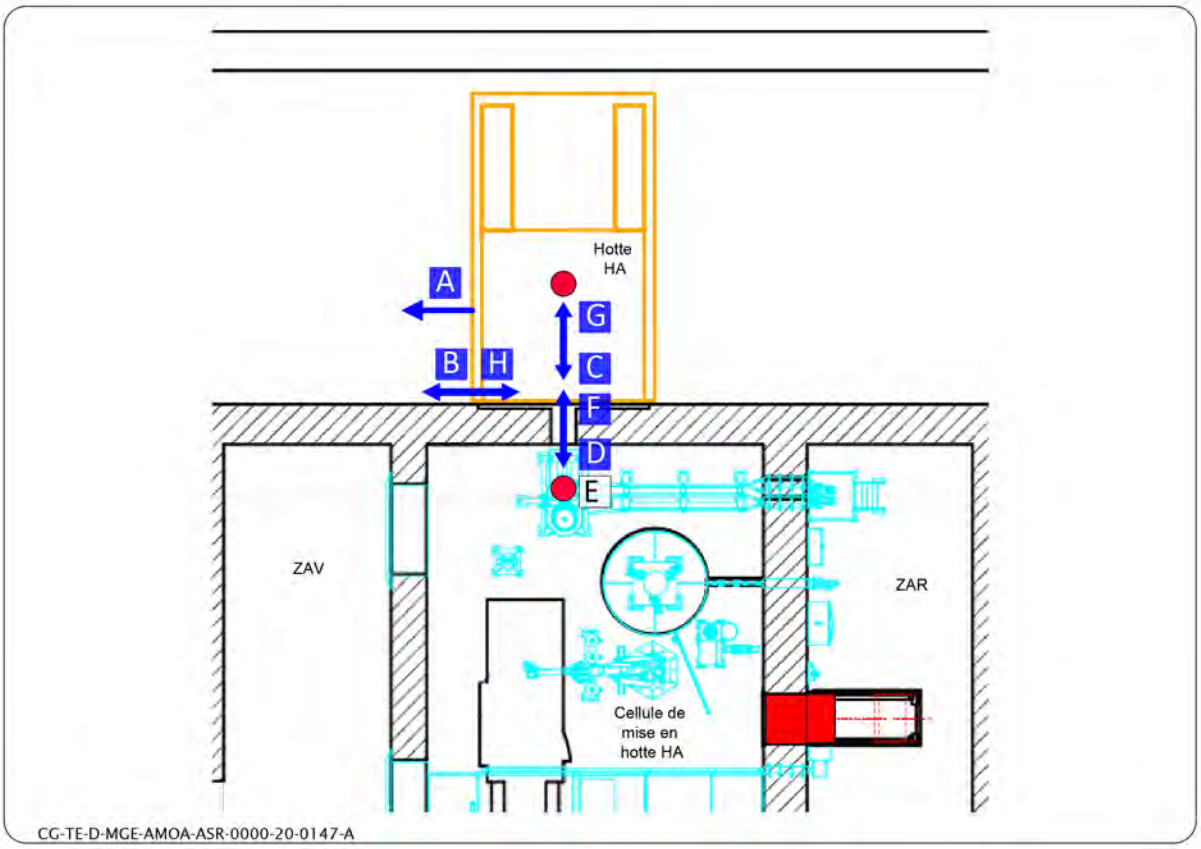


Figure 4-214 Schématisation du process de mise en hotte d'un colis de stockage HA

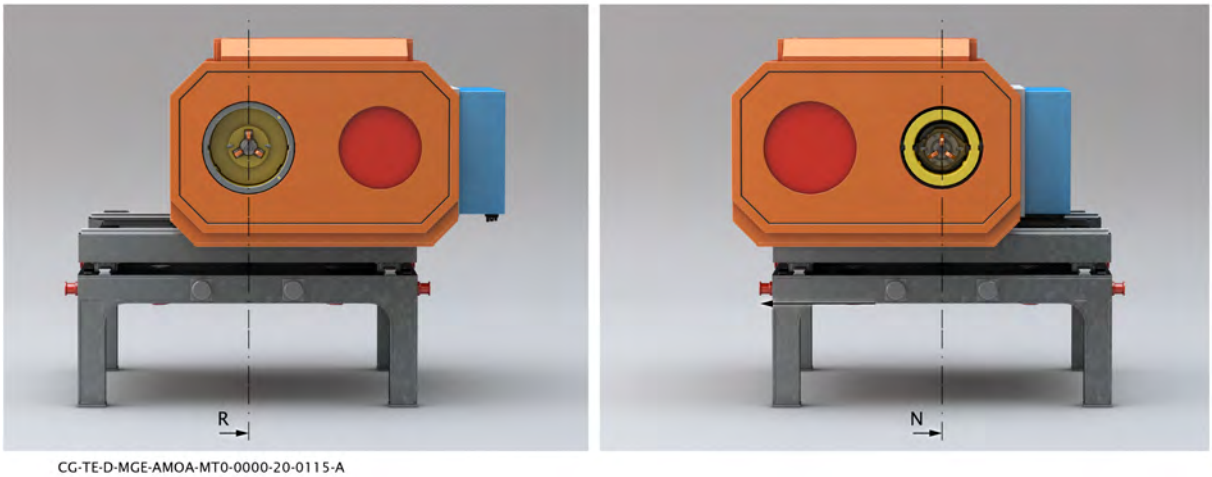


Figure 4-215 Illustration des positions de la hotte de transfert HA

4.1.12.6 Le pilotage de la zone de mise en hotte des colis de stockage HA et principes d'exploitation

4.1.12.6.1 Le pilotage de la zone

Les opérations sont réalisées en automatique depuis la salle de conduite centralisée (SCC).

Il est également possible de piloter cette partie d'installation sur des pupitres au poste de conduite local en cas de besoin. Ce poste est localisé dans la zone avant (ZAV) de la cellule de mise en hotte HA.

La zone avant, localisée face à la cellule de mise en hotte HA, possède les commandes des équipements suivants :

- pont roulant nucléarisé CMU 10 tonnes de mise en hotte de transfert HA ;
- trappe de la casemate ;
- équipement de contrôle C7 des colis de stockage-HA ;
- basculeur de colis de stockage HA ;
- porte coulissante simple vantail de la cellule de mise en hotte HA ;
- porte bouchon d'accès depuis la ZAR de la cellule de la hotte HA ;
- batardeau de la cellule de mise en hotte HA.

Un arrêt d'urgence présent dans la zone avant permet d'arrêter l'ensemble des équipements cités ci-dessus.

4.1.12.6.2 Les principes d'exploitation

Les principes d'exploitation définis pour la mise en hotte des colis de stockage HA sont les suivants :

- chariot présent dans la cellule uniquement pour dépose ou reprise palette ;
- les portes process sont normalement fermées ;
- les portes d'accès en zone rouge sont fermées, verrouillées et consignées en présence d'un colis ;
- une opération non interruptible ne peut démarrer que si elle peut être terminée avant la fin de la période de production ;
- en cas de détection de contamination atmosphérique dans une cellule, celle-ci est maintenue confinée (en dynamique et en statique) ;
- les portes constituant un sas ne peuvent pas être ouvertes simultanément ;
- mise en pose du process en cas de détection incendie.

4.1.13 Le contrôle des colis hors flux

La conception du bâtiment nucléaire de surface EP1 telle que décrite dans le présent chapitre permet de couvrir l'ensemble des contrôles hors flux recensés à ce stade par l'Andra.

Les contrôles hors flux permettent de s'assurer de l'efficacité des dispositions de maîtrise de la qualité des colis de déchets réalisées préalablement à ces contrôles hors flux.

Les contrôles hors flux pourront être réalisés sur le site de conditionnement des déchets, sur le site d'entreposage, sur le site de stockage ou sur tout autre lieu que l'Andra désignera.

À ce stade, la localisation qui sera *in fine* retenue par type de contrôle n'est pas arrêtée. En effet, un travail avec les producteurs se déroule afin de définir au juste besoin les contrôles hors flux nécessaires au regard des spécifications d'acceptation et des caractéristiques des colis.

De même, les fréquences et les modalités de contrôles hors flux seront proportionnées aux enjeux.

Ainsi, l'analyse en cours du besoin, en lien avec la typologie et la connaissance des colis, du processus d'approbation puis d'acceptation, des résultats des actions de surveillance menées par l'Andra et de l'état de l'art des techniques disponibles, pourraient conduire à maintenir l'ensemble des contrôles hors flux ou à mettre en place une surveillance renforcée ou à s'affranchir de certains d'entre eux. La suite présente, à titre illustratif, comment se matérialiserait, en termes de description et de fonctionnement des cellules, ces contrôles si certains venaient à être retenus au sein d'EP1.

4.1.13.1 La localisation du secteur concerné

Les éventuels contrôles hors flux sont regroupés à l'ouest du bâtiment nucléaire de surface EP1 dans des cellules indépendantes organisées par type de contrôle (Figure 4-216). Ces cellules constituent la zone des contrôles hors flux (Figure 4-217).

Figure 4-216 *Illustration de la localisation prévisionnelle de la zone des contrôles hors flux dans le bâtiment nucléaire de surface EP1*

Figure 4-217 *Illustration de la localisation prévisionnelle des activités dans la zone de contrôles hors flux du bâtiment nucléaire de surface EP1*

4.1.13.2 Les fonctionnalités de la zone de contrôles

La zone des contrôles hors flux prévoit potentiellement des cellules pour les activités suivantes :

- réaliser une identification et une quantification de l'activité des radionucléides mesurables des colis primaires HA et MA-VL dans la cellule de spectrométrie gamma ;
- réaliser une mesure des gaz relâchés par les colis primaires MA-VL dans la cellule de dégazage ;
- réaliser une image des éléments constitutifs des colis primaires MA-VL et de déterminer leurs cartographies en densité dans la cellule d'imagerie RXHE ;
- réaliser des contrôles C5 en zone hors flux (contrôle de contamination, mesure de débit de dose, contrôle d'intégrité) ;
- mesurer la puissance thermique dégagée par les colis primaires HA et MA-VL et de déterminer le taux de corrosion interne des colis primaires dans la cellule « calorimètre et corrosion ».

Les fonctions principales de la cellule de préparation aux contrôles hors flux sont les suivantes :

- extraire les colis primaires des conteneurs ou des paniers de stockage pour qu'ils soient contrôlés dans la cellule de préparation aux contrôles hors flux ;
- replacer les colis contrôlés dans des conteneurs ou paniers de stockage dans la cellule de préparation aux contrôles hors flux.

4.1.13.3 Les caractéristiques techniques de la zone des contrôles hors fluxdemande

Les locaux de contrôles comprennent des cellules et des zones avant arrières implantés sur deux niveaux. Le niveau +0 m correspond au niveau des procédés de contrôles, et le niveau +6 m correspond au niveau de circulation des ponts roulants (tableau 4-18, figure 4-218, figure 4-219).

Tableau 4-18 Caractéristiques techniques de la zone

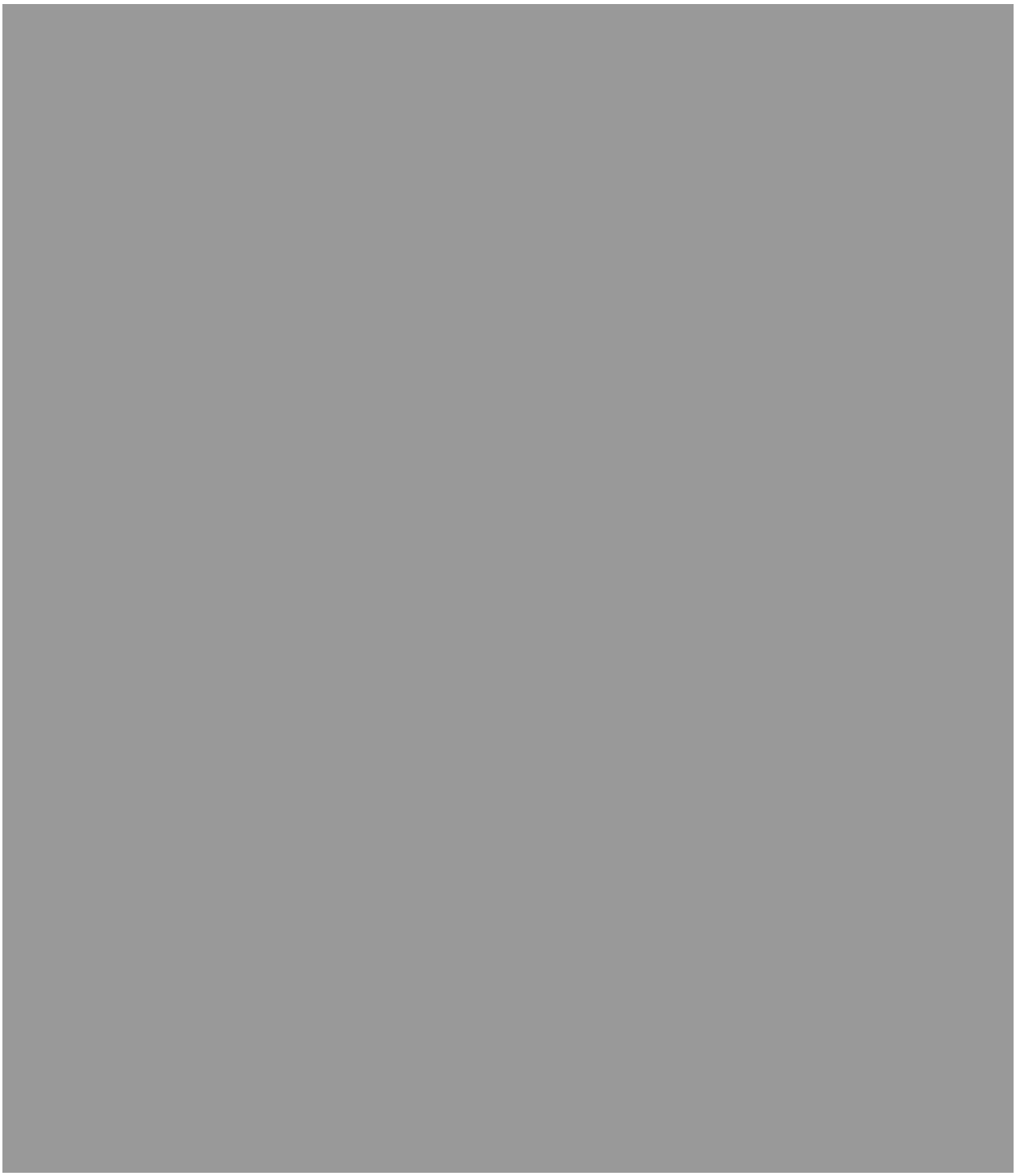


Figure 4-218 Caractéristiques techniques de la zone de contrôles hors flux (niveau +0 m)

Figure 4-219 *Caractéristiques techniques de la zone de contrôles hors flux (niveau +6 m)*

Ce chapitre liste les différents équipements qui pourraient équiper chaque cellule de contrôle hors flux.

4.1.13.3.1 Les équipements de la cellule de préparation aux contrôles hors flux

Le passage dans cette cellule (Figure 4-220) est l'étape préliminaire pour tout colis qui doit passer un contrôle hors flux : les contrôles hors flux sont réalisés sur les colis primaires. La première étape pour ces colis à contrôler consiste par conséquent à être extraits des colis de stockage préparés (pour mémoire, il s'agit d'un conteneur de stockage ou d'un panier avec un couvercle dont la fermeture n'a pas encore été effectuée).

Cette cellule permet d'extraire le colis primaire à contrôler du conteneur ou panier de stockage dans lequel il est placé pour l'envoyer dans une cellule ou plusieurs cellules de contrôle et dans un second temps pour le replacer dans le conteneur ou le panier de stockage puis le renvoyer vers le flux des colis en aval.

Les moyens utilisés sont notamment un pont roulant de manutention, des postes de dépose de palette de transfert, une zone de dépose du couvercle du conteneur ou paniers de stockage, une zone de dépose de colis primaire.

Le pont roulant de type nucléarisé est similaire au pont de déchargement des colis primaires (cf. Chapitre 4.1.4.4.1 du présent volume). Il est utilisé pour réaliser l'ensemble des opérations de manutention, notamment le retrait du couvercle ; le retrait des colis du conteneur ou du panier, le retrait des colis du conteneur (ou du panier) ainsi que la dépose du colis à contrôler sur une palette.

Une zone avant (ZAV) munie de bras de télémanipulateurs et de hublots de vision permet le cas échéant de gérer les cas de fonctionnement dégradés liés aux moyens de manutention.

Les opérations sont conduites à distance par un opérateur en salle de conduite qui sélectionne les palonniers et grappins nécessaires pour extraire les colis et les placer dans le circuit de contrôle.

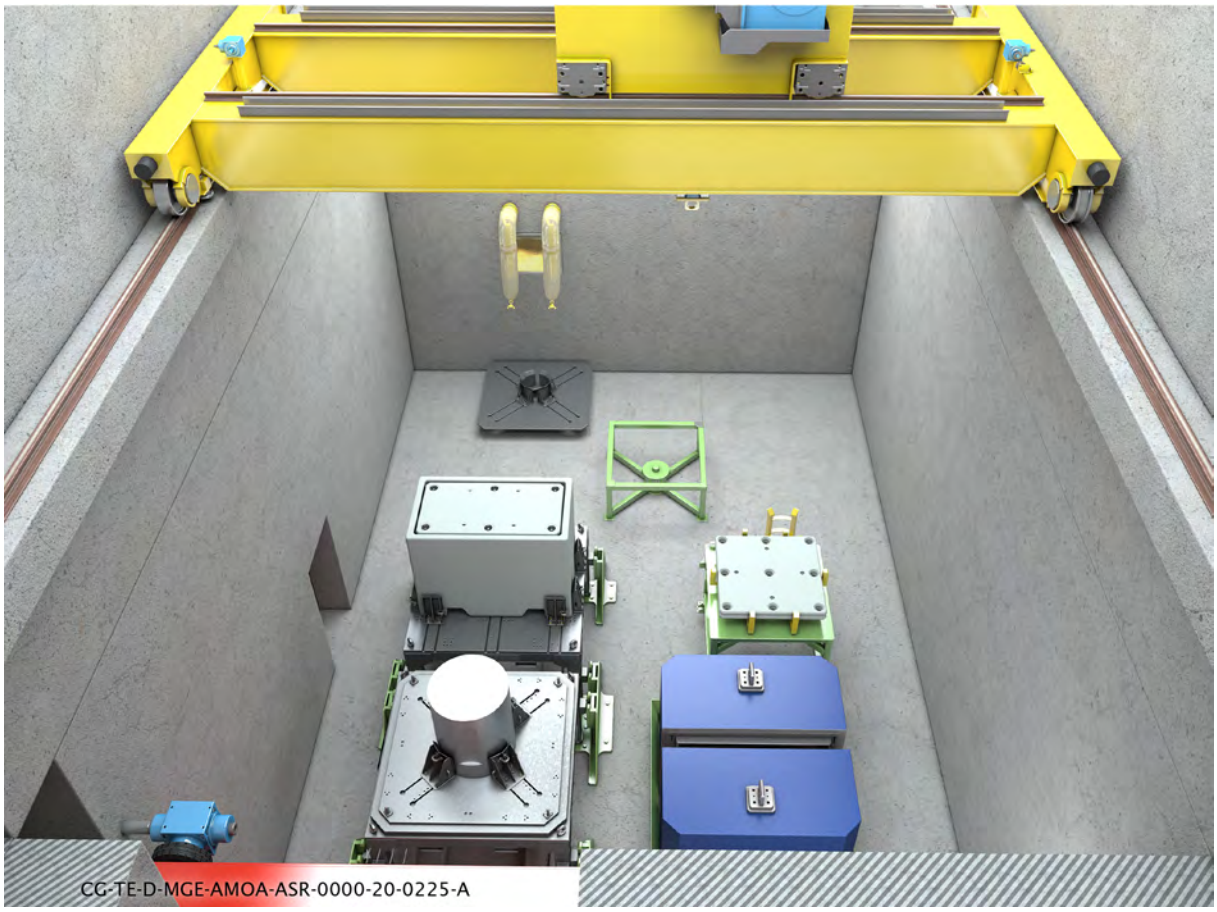


Figure 4-220 Illustration de la cellule de préparation aux contrôles hors flux

La cellule est équipée d'une zone arrière permettant à un opérateur d'y accéder après évacuation des sources et consignation de la cellule en vue de réaliser des opérations de reconfiguration ou de maintenance.

4.1.13.3.2 Les équipements de la cellule de contrôle C5 hors flux

Les contrôles réalisés dans la cellule de contrôle C5 hors flux (Figure 4-221) sont similaires à ceux réalisés dans la cellule de contrôle C5 après déchargement des colis primaires. La notion de « hors flux » signifie qu'il s'agit d'une dérivation du process nominal. Ces contrôles approfondis sont réalisés grâce à des appareils de mesure dont la technicité permet d'obtenir des résultats de mesure approfondis mais qui nécessitent des temps de mesure plus importants. Les colis sont ainsi sortis du flux nominal sans perturber la mise en stockage des autres colis.

Les contrôles dans cette cellule permettent d'affiner les mesures suivantes :

- mesure des DeD au contact et à un mètre sur toutes les parties accessibles du colis primaire (cartographie) ;
- mesure de non-contamination sur les surfaces accessibles du colis primaire ;
- contrôles dimensionnels des colis primaires ;
- contrôle de la masse (précision accrue).

La cellule de contrôle C5 hors flux possède les mêmes équipements de contrôle que les cellules de contrôle C5 « en ligne » localisée au déchargement des colis (cf. Chapitre 4.1.4.4.5 du présent volume) présents dans le flux process.

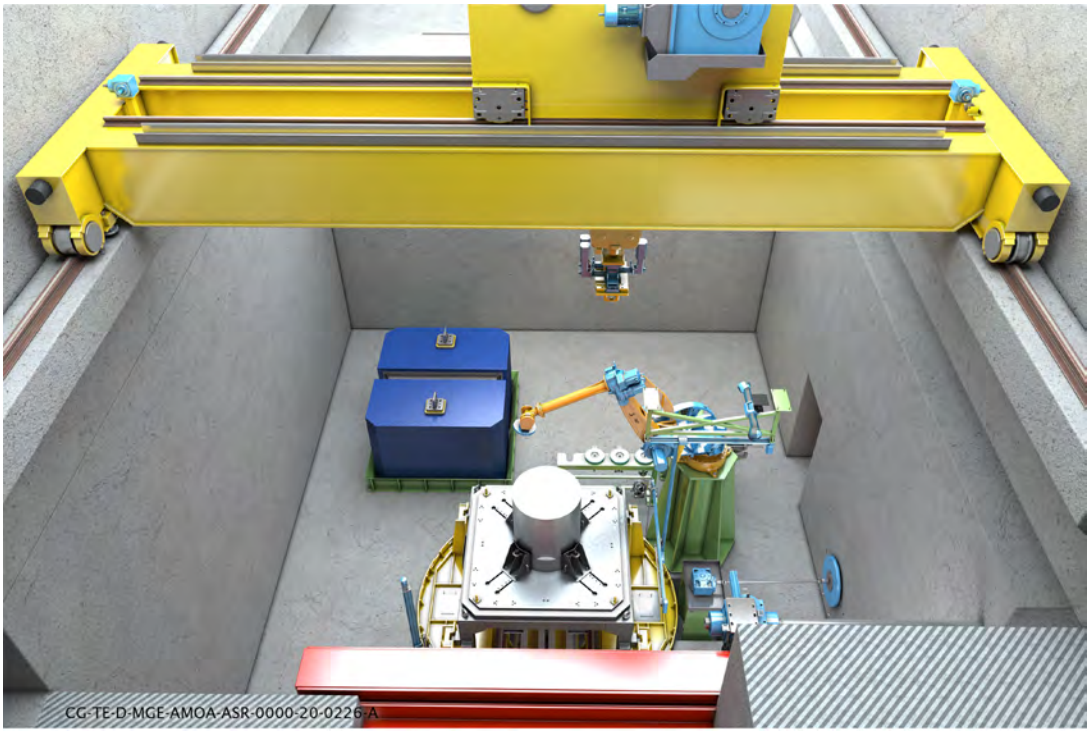


Figure 4-221 Illustration de la cellule de contrôle C5 hors flux

La cellule est équipée d'une zone arrière permettant à un opérateur d'y accéder après évacuation des sources et consignation de la cellule en vue de réaliser des opérations de reconfiguration ou de maintenance.

4.1.13.3.3 Les équipements de la cellule de mesure de dégazage (Figure 4-222)

La mesure de dégazage consiste à qualifier et à quantifier le gaz relâché par les colis primaires avant la mise en stockage. Pour cela, le colis primaire analysé est introduit dans la cellule, puis placé sur un socle. Des socles sont présents dans la cellule pour s'adapter aux différentes tailles des colis primaires. Une coiffe est ensuite placée sur le socle, au-dessus du colis primaire, afin de former une enceinte de confinement étanche. Un ensemble de coiffes sont définies et associées à chaque colis primaire.

L'enceinte de confinement formée par la coiffe permet d'accumuler les gaz. Une boucle de brassage permet de suivre l'évolution du dégazage et permet d'effectuer des certaines mesures en continu notamment pour l'hydrogène et l'activité beta/gamma. Après accumulation du gaz, celui-ci est envoyé vers d'autres équipements pour les analyses non continues par barbotage, notamment la mesure de l'activité en tritium, carbone 14, chlore 36, Krypton 85, iode 129, radon (liste non exhaustive).

Le process d'accumulation des gaz se trouve dans le local technique attenant (voir Figure 4-223). Ce local comprend des boites à gants dans lesquelles circulent les tuyauteries. Les instruments de mesure présents dans le local technique sont placés dans des hottes de type Sorbonne.

Figure 4-222 Exemple d'implantation de la cellule de contrôle de dégazage

Le local technique de la cellule de dégazage contient des dispositifs de confinement (sorbonne et boîte à gants), des capteurs de températures et de pression, des analyseurs chimiques et radiologiques, des dispositifs de circulation, d'extraction et de piégeage des gaz (Figure 4-223).

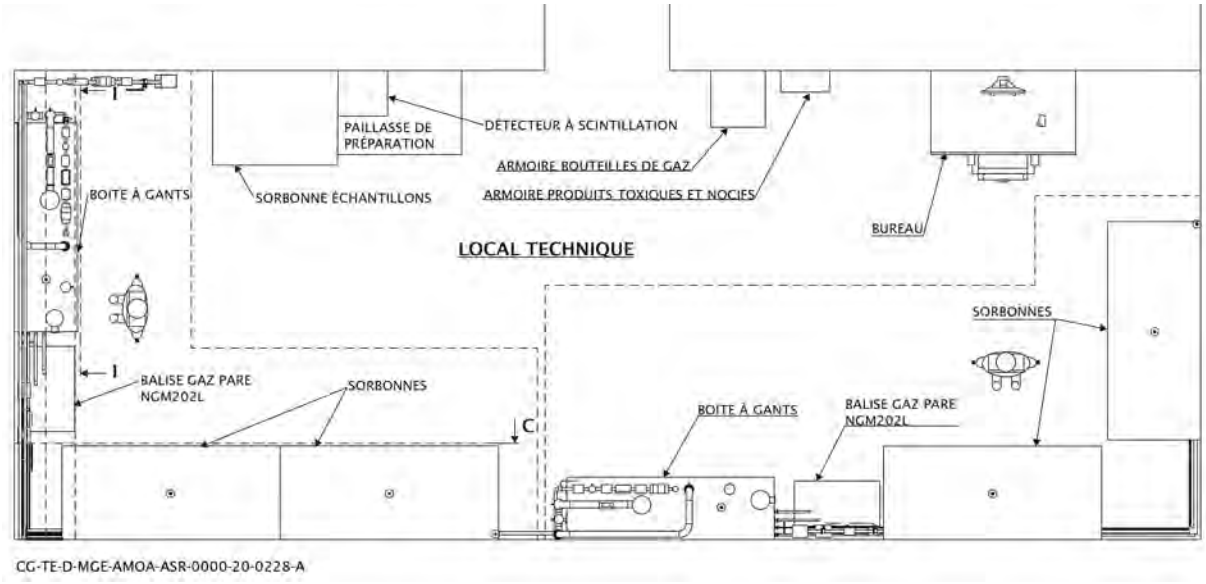


Figure 4-223 Schéma de principe d'aménagement d'un local technique de la cellule de dégazage

4.1.13.3.4 Les équipements de la cellule d'imagerie RXHE

La cellule RXHE (Figure 4-224) permet la réalisation d'une radiographie sur les colis primaires ; l'énergie du rayonnement produit par le générateur est suffisamment élevée pour traverser les épaisseurs des conteneurs primaires. Ces radios sont complétées par des images tomographiques permettant de remonter aux cartographies de densité des éléments constitutifs des colis primaires.

Pour répondre au besoin d'identification élémentaire lors des mesures de tomographie, le générateur fonctionne avec deux modes d'énergie maximale (15 MeV et 9 MeV en prévisionnel).

La zone arrière comprend une porte bouchon blindée qui permet à un opérateur d'accéder à la cellule (après évacuation du colis primaire en contrôle, déconsignation et autorisation). L'intervention d'un opérateur peut être nécessaire dans le cas de la réalisation d'opérations de maintenance. Les équipements présents dans la cellule sont notamment un générateur de 15 MeV ; un système de positionnement (par exemple, modules trois axes pour le détecteur et le générateur), un dispositif de manutention par exemple table tournante et pont roulant), Il n'y a donc pas de ZAV présente pour cette cellule.

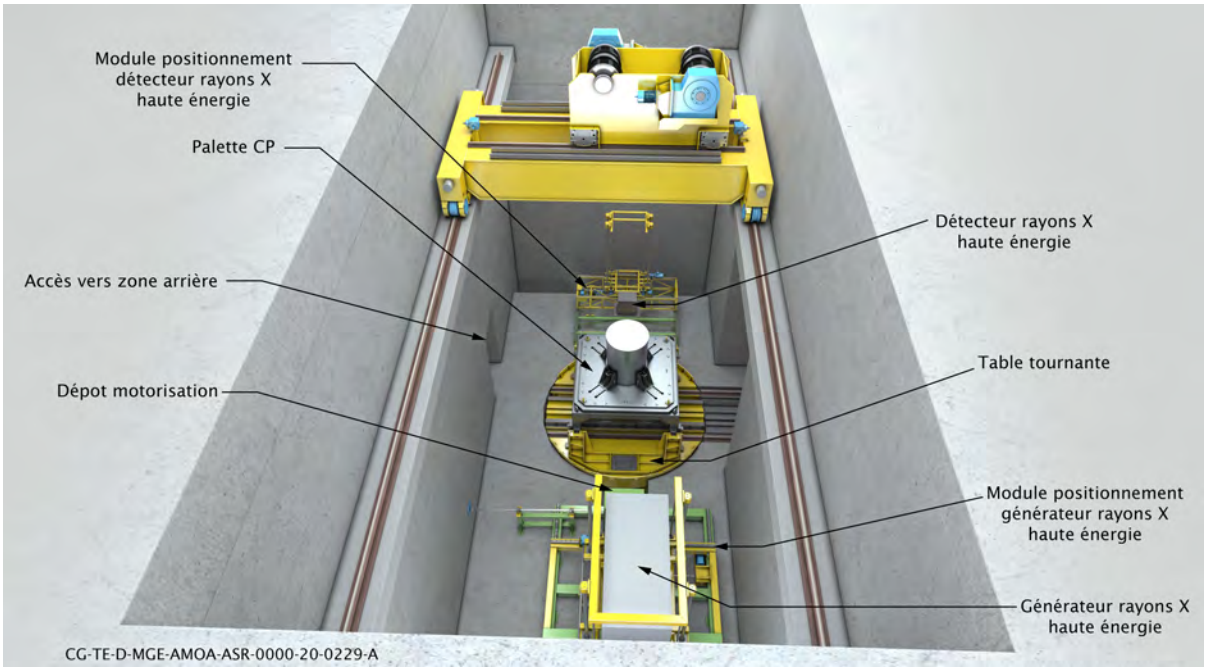


Figure 4-224 Illustration de la cellule d'imagerie RXHE

4.1.13.3.5 Les équipements de la cellule de mesure par spectrométrie gamma

Deux postes de mesure par spectrométrie sont présents dans la cellule (Figure 4-225). Les deux postes permettent de couvrir l'ensemble des configurations géométriques ainsi que les spectres radiologiques et niveaux d'irradiation des colis primaires.

La spectrométrie est réalisée sur des colis primaires. La cellule est équipée des éléments de systèmes de détection gamma haut flux et bas flux, d'une table tournante, de palans de manutention.

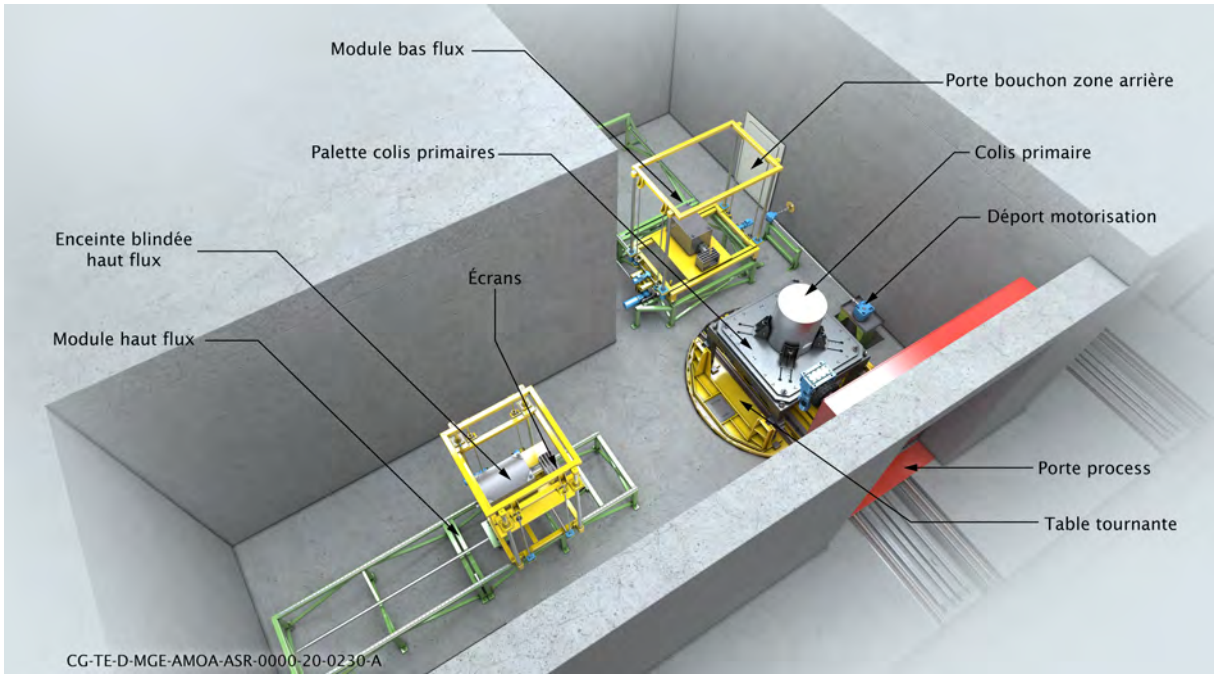


Figure 4-225 Illustration de la cellule de spectrométrie gamma

Suivant la typologie des colis à contrôler (faiblement ou fortement irradiant), deux dispositifs de détection (haut flux et bas flux) sont implantés en cellule. Chacun dispose d'un système permettant de régler une course verticale et horizontale.

4.1.13.3.6 Les équipements de la cellule de mesures de puissance thermique et de corrosion interne

Cette cellule serait équipée d'équipements qui sont encore en cours de développement et qui seraient implantés et intégrés ultérieurement à la chaîne cinématique de l'ensemble.

Les principes de conception et d'agencement industriel de cette cellule sont identiques aux autres cellules du process de contrôle : un accès par chariot de transbordeur, une zone avant munie de postes de télémanipulation avec hublots de vision, une zone arrière pour déporter les motorisation et autres équipements sensibles aux rayonnements, une porte bouchon d'accès à la cellule depuis la zone arrière (ZAR), un pont de manutention nucléarisé pour placer les colis sur les moyens de contrôles et un garage de pont pour assurer la maintenance des postes.

4.1.13.4 La description du fonctionnement des contrôles hors flux

4.1.13.4.1 Le transfert des colis de stockage

À la suite du contrôle de réception des colis (C5), les colis primaires à contrôler dans la zone hors flux (CP) sont transférés vers la cellule de préparation aux contrôles, soit en colis de stockage, soit en panier (suivant le type) (Figure 4-226).

Les flux sont donc les suivants :

- la palette du colis de stockage préparé est envoyée depuis la cellule de préparation des colis de stockage vers la cellule de préparation aux contrôles hors flux (étapes A et B) ;
- en parallèle, une palette configurée pour le type de colis primaires contenus dans le colis de stockage est transférée soit depuis le sas d'alimentation des conteneurs, soit depuis la zone tampon des contrôles hors flux vers la ecellule de préparation des contrôles hors flux (étapes C et B).

Les colis de stockage sur plateau (sans conteneurs béton ou panier)ne nécessitent pas d'étape de prélèvement, la palette chargée du colis est envoyée depuis la cellule de préparation des colis de stockage directement vers le premier contrôle pour contrôle de type C5 hors flux (étapes A et D).

Figure 4-226 *Illustration du transfert des colis de stockage vers la cellule de préparation des contrôles hors flux. Extraction des colis primaires des conteneurs de stockage ou paniers*

Le couvercle du conteneur de stockage est retiré par le pont roulant et un palonnier, puis le colis primaire sélectionné pour être contrôlé est extrait du colis de stockage pour être déposé sur la palette configurée pour le colis primaire préalablement acheminée (flux C et B).

Le transfert de la palette avec un colis primaire vers une cellule de contrôle est ensuite réalisé. Le conteneur de stockage (incomplet) est transféré en zone tampon des contrôles hors flux en attente de reconstitution à la fin des contrôles.

4.1.13.4.2 Les contrôles C5 de la zone hors flux

Les colis primaires sont transférés depuis la cellule de préparation des colis de stockage aux contrôles hors flux vers la cellule de contrôle C5 hors flux.

La porte de la cellule est ouverte, le chariot du transbordeur dépose la palette contenant le colis sur la table tournante, puis est évacué. La porte de la cellule est refermée.

L'opérateur en salle de conduite lance un cycle de contrôle, l'ensemble se déroule automatiquement.

Le principe technique du contrôle C5 « hors flux » est identique à celui pratiqué lors des contrôles de réception. Le délai pour ce contrôle n'étant pas limité par le flux des colis entrant, il est ainsi possible de réaliser un examen approfondi sans contrainte horaire. Ce temps peut notamment être mis à profit pour réaliser des contrôles de non-contamination plus étendues et une cartographie de débit de dose.

Le contrôle « C5 hors flux » comprend un robot de contrôle pour réaliser une mesure de débit de dose au contact et à un mètre, des contrôles de contamination alpha et beta, une pesée, un contrôle visuel par caméra d'auscultation avec enregistrement simultané ainsi qu'un portique de contrôle dimensionnel et le contrôle de température.

Lorsque le contrôle est réalisé, le colis primaire prélevé est déplacé puis repris par le chariot transbordeur pour être déplacé vers d'autres contrôles complémentaires hors flux, à l'issue desquels il retourne vers la cellule de préparation des contrôles afin de reconstituer un conteneur de stockage.

4.1.13.4.3 La radiographie X haute énergie (RX-HE) et tomographie X-HE

Le fonctionnement de la cellule est automatique, une table tournante est présente dans la cellule pour recevoir les colis primaires, préalablement disposés sur une palette de manutention. La palette est déposée sur la table tournante par un chariot de manutention. La porte de la cellule est refermée et l'ensemble suit un cycle automatique.

Les mesures d'imageries sont réalisées par portion en déplaçant les deux systèmes (émetteur et récepteur) sur l'ensemble de la section du colis primaire.

Les mesures de tomographie sont réalisées avec le même dispositif que les mesures d'imagerie en combinant des images RX conventionnelles avec le colis primaire exposé sous différents angles en utilisant la rotation de la table tournante. La tomographie, qui correspond à la cartographie de la densité dans la matrice du colis primaire est obtenue par reconstruction informatique.

À l'issue du contrôle, la porte de la cellule est réouverte et le système de chariot transbordeur récupère la palette avec le colis primaire pour un retour dans le cycle de process.

L'intervention d'un opérateur peut être nécessaire dans le cas de la réalisation d'opérations de maintenance. La zone arrière (ZAR) comprend une porte bouchon blindée qui lui permet d'accéder à la cellule après procédure de déclassement de la cellule (après évacuation du colis primaire en contrôle et consignation du local).

4.1.13.4.4 Le piégeage et l'analyse des gaz

Les colis primaires sont transférés sur leur palette dans la cellule de dégazage depuis la porte d'accès du couloir de circulation du transbordeur. Le colis primaire est manutentionné à l'aide du pont roulant pour être déposé sur un socle.

Un ensemble de coiffes associées aux dimensions des colis primaires CP sont entreposée dans le local de stockage attenant. Une coiffe est placée au-dessus du colis primaire sur le socle à l'aide du pont roulant, afin de former une enceinte de confinement étanche. Pendant la phase de manutention des colis primaires au pont, le survol d'une estrade garantit une hauteur de manutention en deçà de la hauteur de qualification des colis primaires.

La cinématique des contrôles comprend diverses opérations techniques visant à maitriser la configuration initiale (tests de vérification d'étanchéité, évacuation des gaz résiduels à l'argon, tests de brassage…). À l'issue de cette phase la réalisation du test débute. Les opérateurs accèdent dans le local technique attenant à la cellule pour contrôler la désorption et le brassage des gaz.

À l'issue du contrôle (lequel peut durer plusieurs jours pour un colis), le circuit est brassé à l'argon et purgé. La coiffe est retirée et le colis est évacué vers le local de préparation des colis hors flux afin de reconstituer un colis de stockage complet.

4.1.13.4.5 Les contrôles par spectrométrie gamma

Le chariot de transbordeur dépose la palette de manutention des colis primaires sur la table tournante localisée devant l'entrée de la cellule. Le chariot est évacué et la porte de cellule refermée.

L'opérateur localisé en salle de conduite centralisée peut choisir en fonction du type de colis un des deux dispositifs de détection de la ligne haut ou bas flux. Dans les deux cas de figure, on réalise plusieurs mesures en plusieurs points de sa hauteur.

La cinématique du contrôle est automatique. L'opérateur a cependant la possibilité de modifier les paramètres de mesures en regard du colis primaire à contrôler et des résultats des précédents contrôles réalisés sur ce colis.

À l'issue du contrôle, la porte de la cellule est réouverte et le système de chariot transbordeur récupère la palette avec le colis primaire pour un retour dans le cycle de process (soit un autre contrôle, soit un retour vers la cellule de préparation aux contrôles pour reconstitution du conteneur de stockage).

La cellule de spectrométrie gamma n'est pas équipée d'une zone avant. En effet le mode de fonctionnement normal de la cellule ainsi que les modes dégradés identifiés ne conduisent pas à mettre en place des postes de travail téléopérés. La vision dans la cellule est assurée *via* un réseau de caméras.

4.1.13.4.6 La mesure de puissance thermique et contrôle de corrosion

Le fonctionnement de la cellule n'est pas détaillé à ce stade.

Les opérations de manutention pour l'entrée et la sortie des colis sont identiques à celles des autres cellules : entrée et sortie de la cellule par chariot transbordeur qui dépose une palette contenant un colis primaire.

4.1.13.5 Le pilotage des zones de contrôles hors flux et principes d'exploitation

Les caractéristiques des différents modes d'exploitation ainsi que les conditions initiales et permanentes nécessaires au démarrage et à la poursuite des cycles de process sont indiquées au chapitre 4.1.2.4 du présent volume.

Le pilotage des installations de contrôles hors flux comporte une particularité ; la salle de conduite centralisée (SCC) pilote les mouvements des colis jusqu'au poste de contrôle. Après sa mise en place, le pilotage du contrôle est cédé à un autre opérateur localisé dans une salle de conduite spécifique. Les modes de pilotage courants dans cette phase sont le semi-automatique ou le manuel asservi. Les opérateurs de ce lieu sont spécialisés dans l'analyse des résultats et peuvent manœuvrer l'outillage de contrôle autant que de besoin.

Il est également possible de piloter cette partie d'installation sur des postes de conduite locaux (PCL) en cas de besoin.

4.1.14 Le transfert des hottes en surface

4.1.14.1 La localisation de la zone de transfert des hottes en surface

La zone de transfert des hottes est localisée au nord du bâtiment nucléaire de surface EP1. Elle comprend notamment l'ouvrage de liaison jusqu'à la tête de descenderie colis (TDC) (Figure 4-227).

La partie ouest de la zone de transfert, dans le bâtiment EP1, est implanté sur deux niveaux. Le process de transfert est effectué au niveau +0 m, la machine à levage limitée se prolonge jusqu'au niveau +6 m. La sur-cellule du parc à hotte est implantée au niveau +12 m.

La partie est de la zone de transfert fait partie de l'ouvrage de liaison entre le bâtiment EP1 et la tête de descenderie (TDC). Cette galerie est implantée au niveau +0 m jusqu'au niveau +6 m. Le terrain est au niveau +12 m dans cette partie, l'ouvrage de liaison est donc enterré entre le bâtiment EP1 et la tête de descenderie.

Figure 4-227 *Illustration de la localisation de la zone de transfert des hottes dans le bâtiment nucléaire de surface EP1*

4.1.14.2 Les fonctionnalités de la zone de transfert des hottes en surface

Les fonctions principales de la zone sont les suivantes :

- entreposage des hottes vides dans le parc à hottes ;
- accostage et chargement des hottes aux façades d'accostages ;
- manutention des hottes entre les différents postes ;
- orientation des hottes en fonction de leur destination.

4.1.14.3 Les caractéristiques techniques de la zone de transfert des hottes en surface

Le tableau 4-19, figure 4-228 et figure 4-229 présentent les caractéristiques techniques de la zone de transfert des hottes en surface.

Tableau 4-19 *Caractéristiques techniques de la zone de transfert des hottes en surface*

Type de local	Classe de confinement (ISO 17 783)	Zonage radiologique
Parc à hottes	C1	Zone contrôlée verte (jaune autour de la hotte)
Sur-cellule parc à hotte (trémies +12 m)	Zonage conventionnel NC	Zone non-réglementée
Sur-cellule zone maintenance hotte (+12 m)	C1	Zone non-réglementée

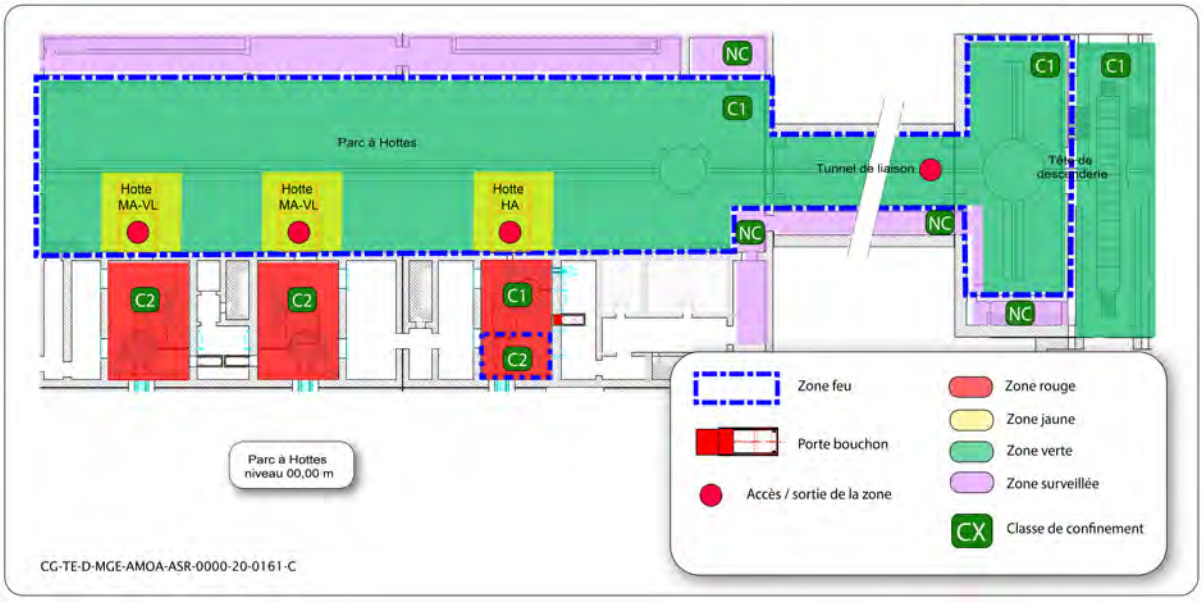


Figure 4-228 *Caractéristiques techniques du parc à hottes (Niv +0 m)*

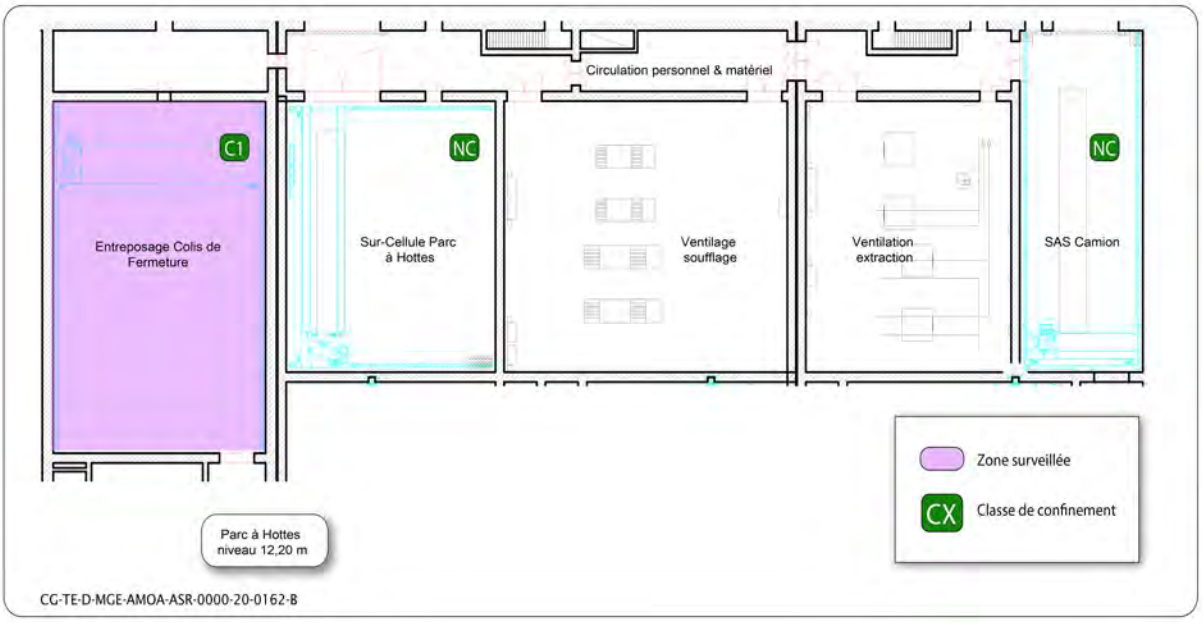


Figure 4-229 *Caractéristiques techniques de la sur-cellule parc à hottes et zone de maintenance des hottes (niveau +12 m)*

4.1.14.4 Les équipements de transfert des hottes en surface

Les façades d'accostage sont implantées contre les cellules de mise en hotte au sud du local. Cette zone comprend également le parc à hottes qui permet d'entreposer les hottes vides en attente (Figure 4-230).

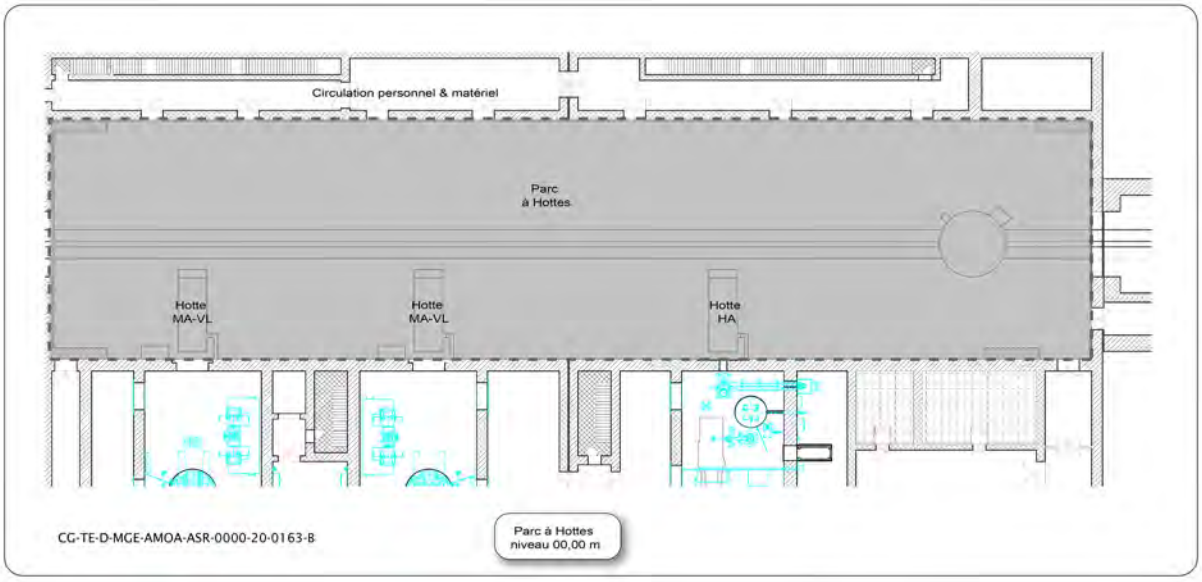


Figure 4-230 Illustration du parc à hottes

La zone de transfert des hottes en surface comprend les principaux équipements suivants :

- deux façades d'accostage pour hottes MA-VL ;
- une façade d'accostage pour hottes de transfert HA ;
- une machine de levage limitée (MLL) ;
- les navettes de surface des hottes ;
- une table tournante de hottes.

4.1.14.4.1 Les façades d'accostage MA-VL

L'interface entre la cellule de mise en hotte MA-VL et le parc à hottes est constituée de :

- la paroi d'accostage en béton, support des composants de la façade d'accostage ;
- la façade d'accostage en acier permettant l'accostage des hottes MA-VL côté parc à hottes (Figure 4-231).

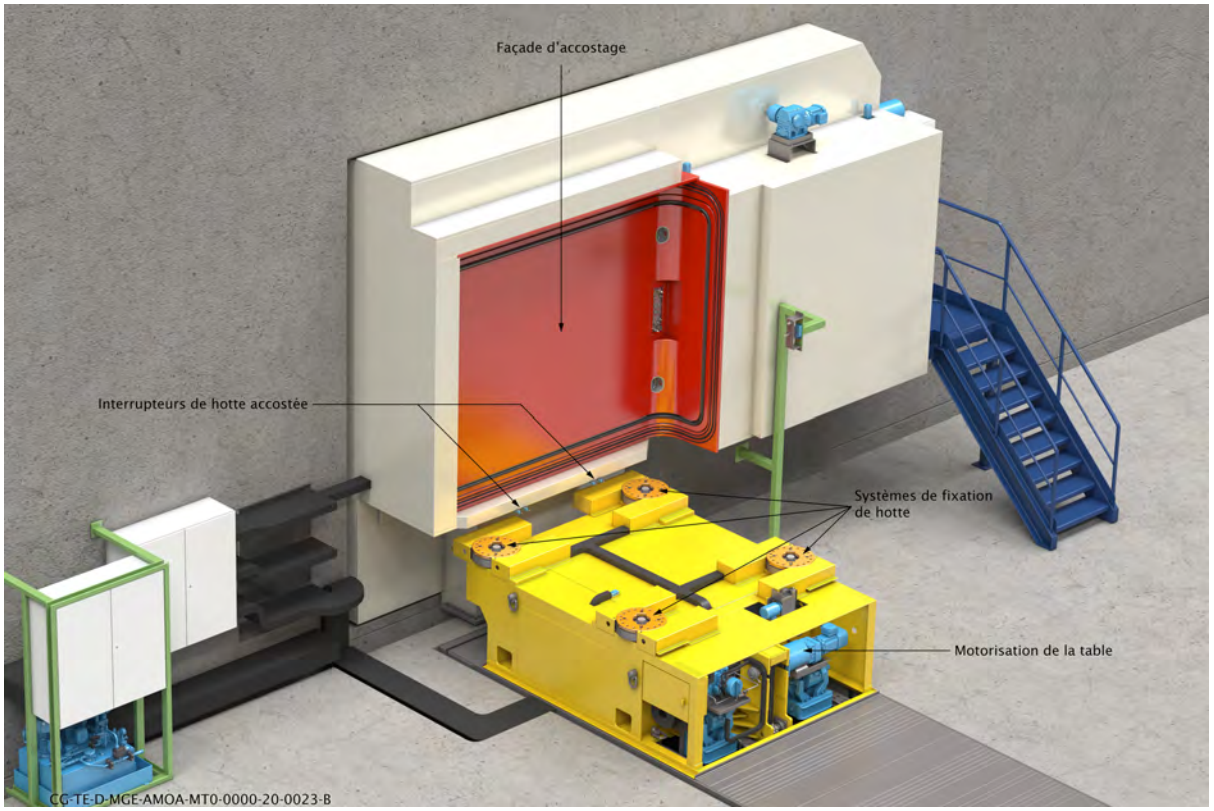


Figure 4-231 *Illustration de la façade d'accostage et de la table d'accostage des hottes MA-VL (côté parc à hottes)*

Deux configurations de façade d'accostage sont prévues dans le bâtiment nucléaire de surface :

- une façade pour l'accostage des hottes de transfert des colis de stockage MA-VL de type CS2, CS3, CS21, CS22, CS23, CS24, CS25 et CS27 ;
- une façade pour l'accostage des hottes de transfert des colis de stockage MA-VL de type CS1, CS4, CS5, CS6, CS7 et CS26.

Les tables d'accostage MA-VL sont implantées dans le parc à hottes, en face de chacune des façades d'accostage. Elles permettent une approche sécurisée et un accouplement précis de la hotte avec la façade d'accostage.

4.1.14.4.2 La façade d'accostage HA

La façade d'accostage HA (Figure 4-232) est l'interface entre la cellule de mise en hotte HA et le parc à hottes. Elle est constituée de :

- la paroi d'accostage en béton assurant la protection radiologique entre la cellule de chargement et le parc à hottes ;
- le chemisage en insert dans le génie civil sur lequel vient glisser le colis de stockage HA lors de sa mise en hotte. Ce chemisage sert également de logement au bouchon de radioprotection provisoire.

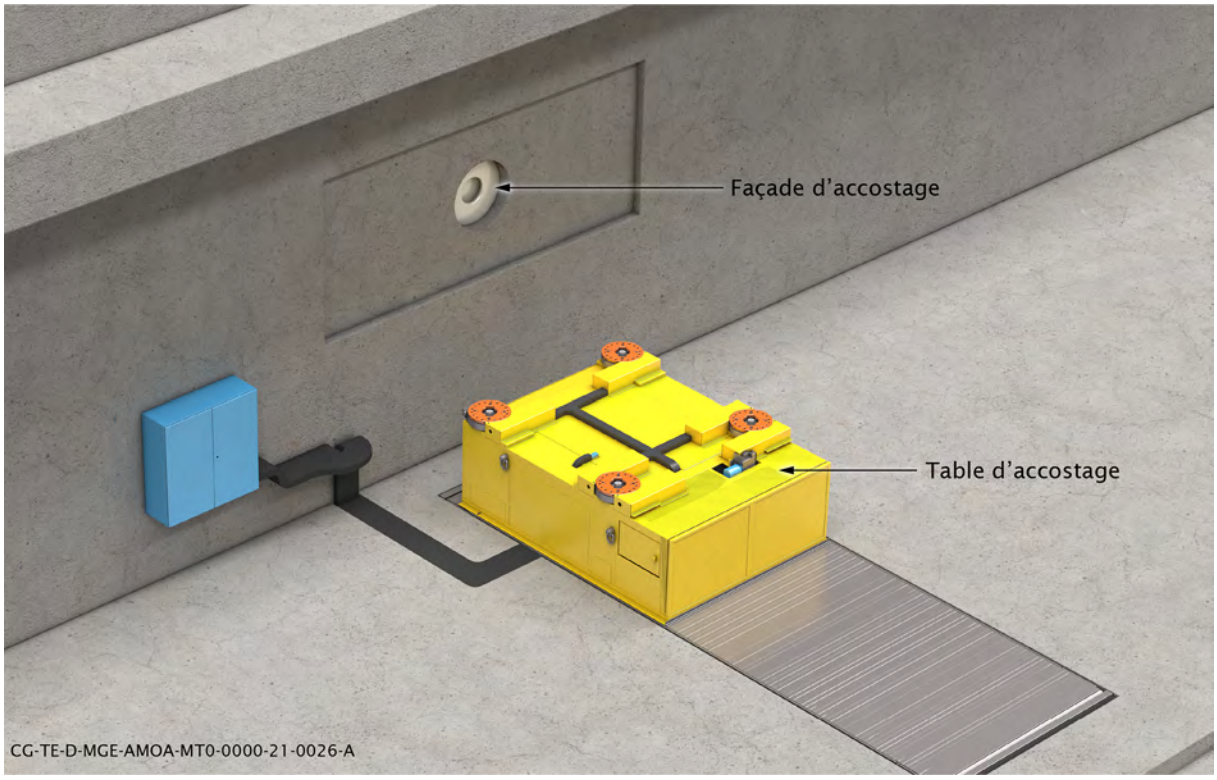


Figure 4-232 *Illustration de la façade d'accostage et de la table d'accostage des hotte de transfert HA (côté parc à hottes)*

Cette façade d'accostage HA permet le passage des colis de stockage HA mais également des bouchons de fermeture des alvéoles HA.

La conception de la table d'accostage HA est similaire à la table d'accostage MA-VL sur laquelle est rajoutée le connecteur électrique de la hotte de transfert HA.

4.1.14.4.3 La machine à levage limité (MLL)

Les fonctions assurées par la machine à levage limité (Figure 4-233) sont principalement :

- un mouvement de translation selon l'axe X sur la voie de roulement (à vide ou en charge) ;
- un mouvement de direction du chariot selon l'axe Y (à vide ou en charge) ;
- un mouvement de levage ou de dépose de la hotte selon l'axe Z.

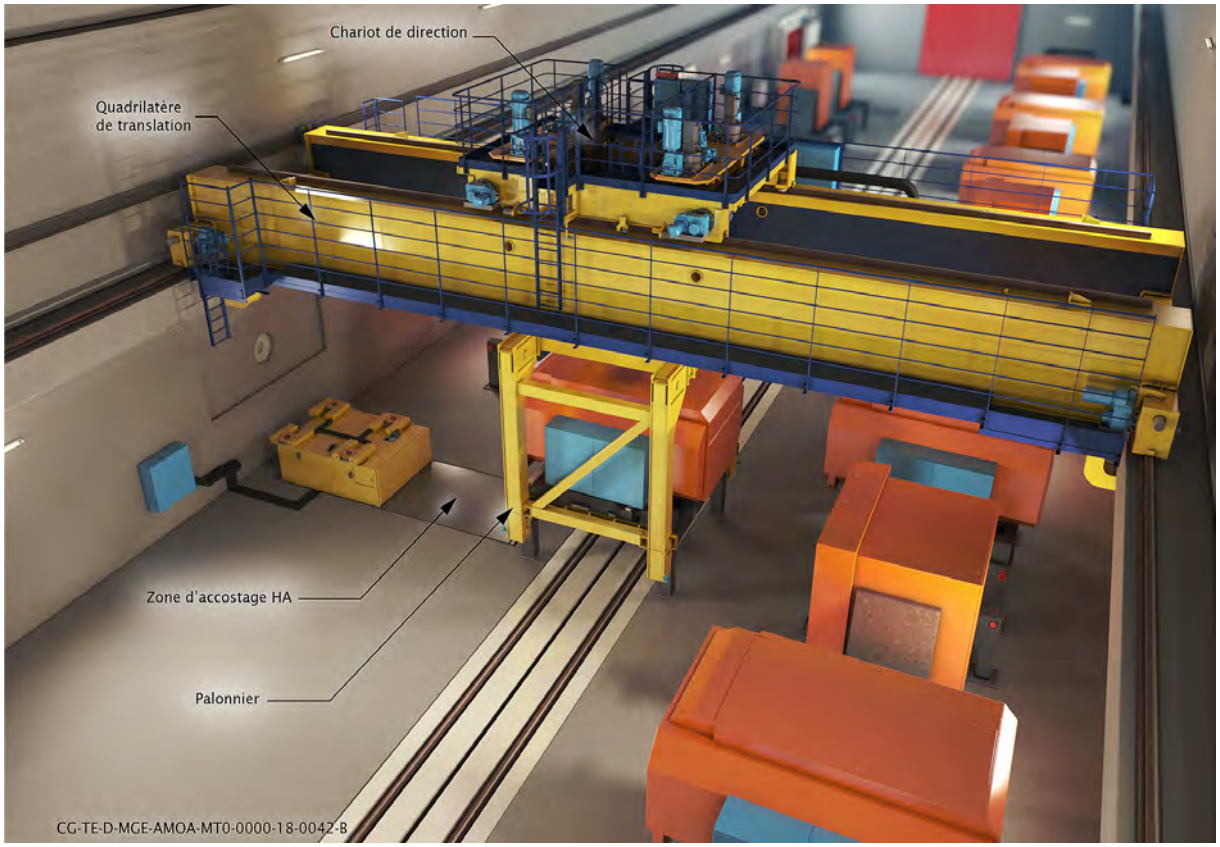


Figure 4-233 *Illustration de la machine à levage limité transportant une hotte de transfert HA*

Les poutres principales sont de type caisson mécanosoudé en acier au carbone.

Les extrémités des poutres sont raccordées aux sommiers par des liaisons boulonnées sur platines usinées avec positionnement unique. Leurs semelles supérieures supportent les rails de la voie de roulement pour le chariot de direction.

La motorisation du quadrilatère est assurée par quatre groupes motoréducteurs freins installés en porte-à-faux sur les axes galets et bloqués en rotation par un bras de reprise de couple.

Le système de freinage du quadrilatère de la machine à levage limité repose sur une architecture qui comprend deux niveaux de freinage distincts et complémentaires :

- freinage électrique : ce freinage est principalement utilisé lors des phases de ralentissement et d'arrêt du quadrilatère ;
- freinage de service : cette fonction est assurée par des freins à disques et à manque de courant intégrés aux moteurs. Ils sont utilisés lors des phases d'arrêt en position du quadrilatère.

De manière à prévenir tout risque de déraillement en cas de séisme, le quadrilatère est équipé de quatre systèmes d'anti-soulèvement. Ils sont montés sous les poutres principales du quadrilatère. Les systèmes d'anti-soulèvement sont directement en prise sous les corbeaux de la voie de roulement de la machine à levage limité.

Le chariot de direction est équipé de deux tables de translation permettant d'effectuer un mouvement de positionnement fin du palonnier selon l'axe X.

Le mouvement de levage est réalisé par quatre vérins électromécaniques à vis de capacité unitaire 100 kN associés chacun à un groupe motoréducteur frein. La hauteur de levage de la hotte par rapport au sol est de 100 mm.

Indépendamment des freins moteurs, les vérins de levage sont irréversibles et permettent le maintien de la charge en statique en cas de perte d'utilités.

4.1.14.4.4 La navette de surface

La navette de surface (Figure 4-234) est équipée d'un châssis porteur posé sur deux bogies. Le châssis supporte les équipements électriques et hydrauliques ainsi que le système de manutention des hottes.

Les bogies sont constitués de deux sommiers latéraux qui supportent les galets à leurs extrémités et sont articulés autour de l'axe Y sur une traverse centrale.

À l'avant, cette traverse est liée au châssis par une liaison rotule qui permet son orientation suivant les axes X et Y.

L'axe arrière est monté dans le châssis et bloqué en rotation suivant l'axe Y.

Ce montage est isostatique et permet aux navettes de surface de s'adapter à la géométrie des voies de roulement en compensant les gauches de voies entre les bogies avant et arrière.

Des dispositifs d'anti-soulèvement et d'anti-déraillement sont installés sous les sommiers latéraux entre les galets.

La motorisation des navettes est assurée par quatre motoréducteurs à trains parallèles et renvoi à 90°, installés en porte-à-faux sur les axes galets et maintenus en rotation par un bras de reprise de couple. Ce montage est récurrent sur les moyens de manutention. Il permet un accès aisé et un remplacement rapide des motoréducteurs en cas de défaillance.

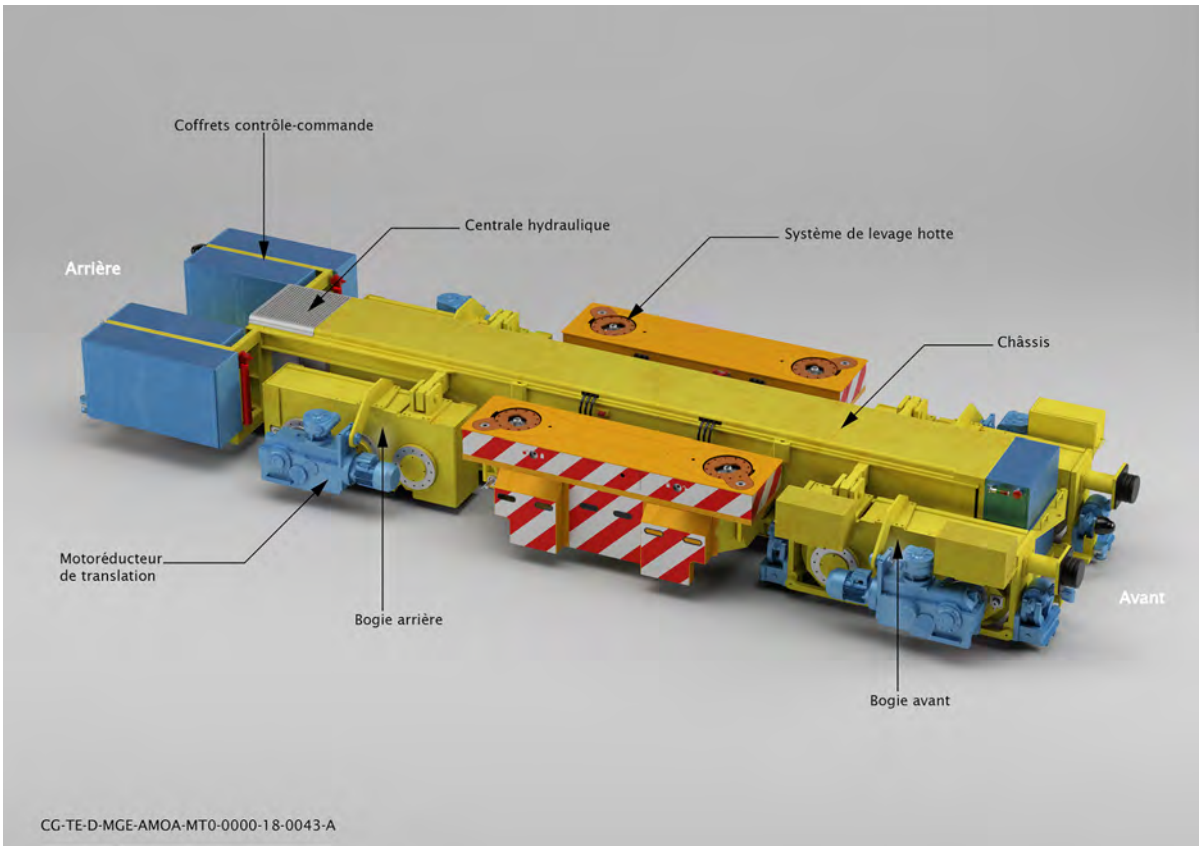


Figure 4-234 Illustration de la navette de surface des hottes

Compte tenu du niveau de sécurité élevé recherché, le système de freinage des navettes repose sur une architecture qui comprend quatre niveaux de freinage distincts et complémentaires :

- le freinage électrique est utilisé en fonctionnement normal lors des phases de ralentissement et d'arrêt. Dans ces phases de fonctionnement, les quatre moteurs se comportent en générateurs et renvoient l'énergie récupérée dans le réseau d'alimentation, *via* les variateurs de fréquence ;
- le freinage de service est assuré par des freins à disques et à manque de courant intégrés aux moteurs. Ils sont utilisés à vitesse nulle de la navette ou sur détection de défaut ;
- le freinage de sécurité est actionné en cas d'arrêt d'urgence, de survitesse ou de détection d'obstacle par exemple ;
- le frein de parking assure le maintien de la navette en position à l'arrêt (sur une table tournante, sous une hotte, etc.). Ce frein de type pince-rail est installé directement sur le sommier du bogie avant.

Le système de levage permet de soulever la hotte, la positionner, la déposer et de la solidariser à la navette pour les phases de translation.

Le système de levage est principalement composé des éléments suivants :

- une table de levage supportant les vérins de levage, les vérins de positionnement et les dispositifs de sécurité ;
- quatre vérins électriques permettant d'effectuer le positionnement précis en X et Y ;
- quatre vérins hydrauliques de levage qui permettent de soulever les hottes ;
- quatre systèmes d'antichute des vérins de levage ;
- quatre systèmes de verrouillage des plots de transport des hottes.

Le levage d'une hotte est effectué par quatre vérins hydrauliques régulés en position. Afin d'assurer une répartition isostatique des charges entre les vérins, deux d'entre eux sont pilotés indépendamment, alors que les deux autres sont alimentés en parallèle afin de constituer un palonnier hydraulique.

Les vérins de levage reprennent des efforts horizontaux et verticaux (conséquences des accélérations, notamment lors d'un freinage d'urgence ou d'un séisme) appliqués par la hotte.

Afin de prévenir le risque de descente intempestive de la hotte lors des déplacements de la navette, une butée antichute se trouve en dessous de la tête de chaque vérin de levage en position haute. Ce dispositif est complémentaire par rapport aux clapets antichutes intégrés aux blocs forés hydrauliques déjà prévus par ailleurs. Il permet en effet de pallier une perte éventuelle de l'étanchéité d'un vérin (fuite au niveau d'un joint par exemple).

La hotte est également rendue solidaire des vérins de levage par un dispositif de verrouillage qui empêche d'éventuels basculements notamment en cas de séisme. Quatre mécanismes de verrouillages un quart de tour sont utilisés. Lorsque les vérins de levage sont au contact avec les plots de transport de la hotte, le dispositif de verrouillage de la hotte s'enclenche.

4.1.14.4.5 La table tournante de hotte

La table tournante de hotte (Figure 4-235) a pour fonction d'orienter les hottes de transfert HA ou MA-VL en fonction de la destination au sein de l'installation souterraine du colis de stockage qu'elle contient.

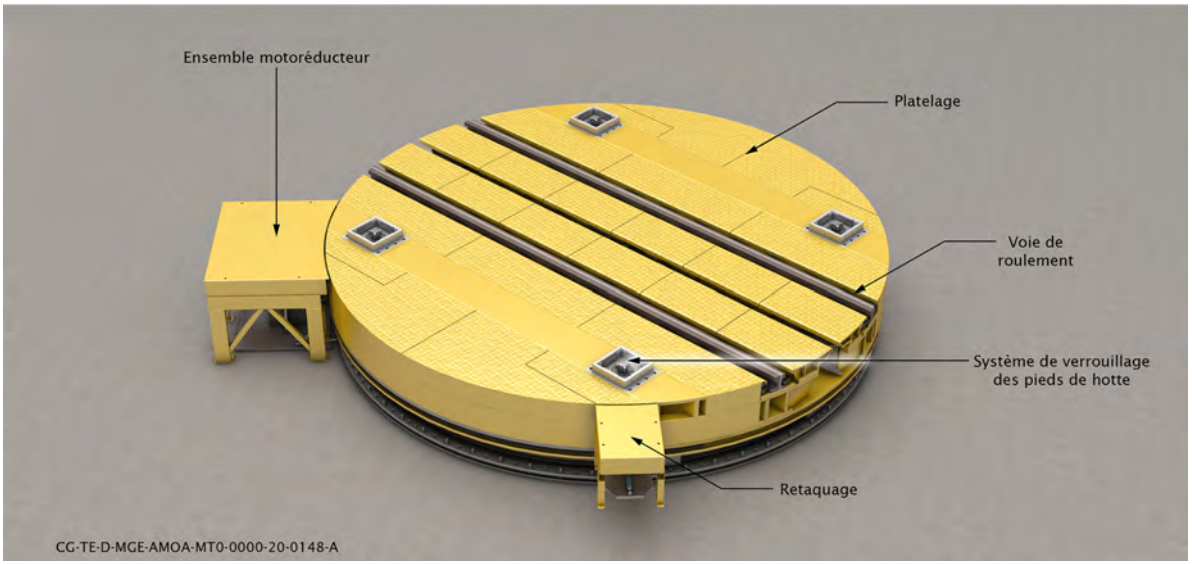


Figure 4-235 Illustration de la table tournante de hotte en surface

Le guidage en rotation de la table est assuré par une couronne à billes. Une seconde couronne est installée en cas de blocage de la couronne de fonctionnement normal afin de pouvoir finir le mouvement de la table tournante et ainsi évacuer la hotte posée au-dessus. Une plaque intermédiaire permet la liaison entre les deux couronnes.

Pour transférer la charge le plus possible sur l'extérieur de la table tournante, des galets sont installés sur la périphérie et circulent sur un rail. Des anti-soulèvements permettent de reprendre les efforts de basculement en cas de séisme.

Les platelages centraux installés sur la table tournante de hotte sont similaires aux platelages installés sur les zones courantes des voies de roulement. Ils sont constitués de tôles larmées, posés et vissés sur des supports composés de profilés soudés.

4.1.14.5 Le fonctionnement du transfert des hottes en surface (Figure 4-236)

Lorsque qu'un colis a été mis en hotte (HA ou MA-VL), le processus suivant consiste à désaccoster la hotte de la façade et de procéder à son transfert jusqu'à la tête de descenderie colis où se trouve le funiculaire. Ce chapitre décrit ces séquences fonctionnelles.

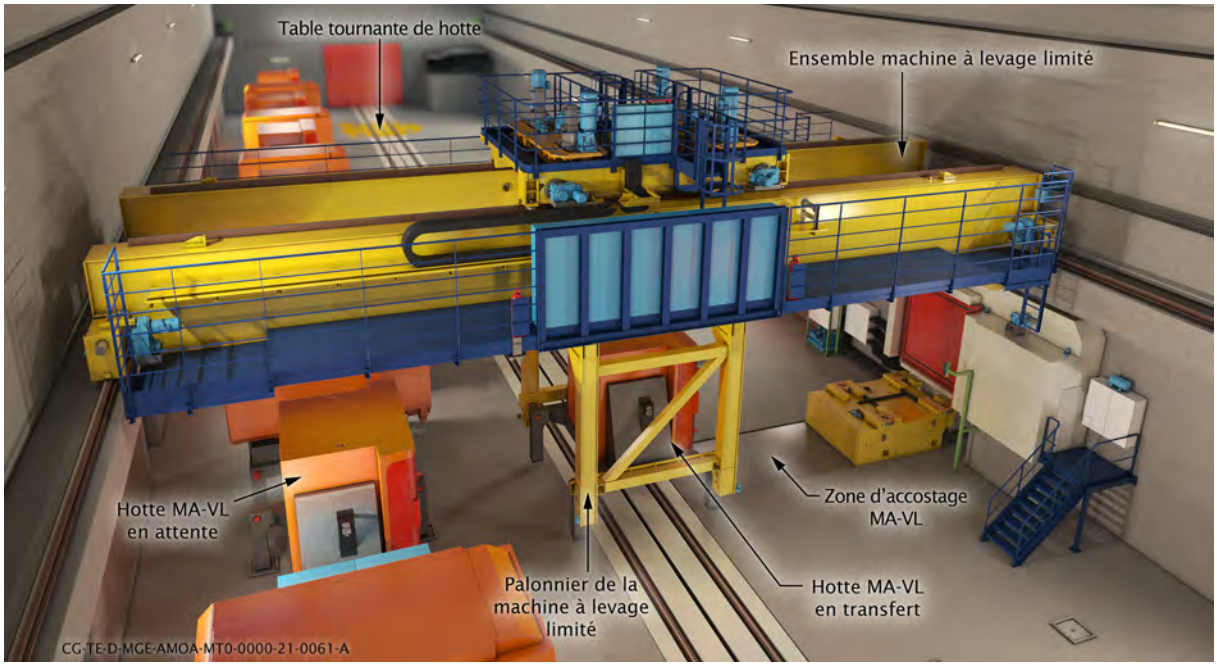


Figure 4-236 Illustration de l'agencement de la zone du parc à hotte

4.1.14.5.1 Le désaccostage de la hotte de transfert HA (Figure 4-237)

Le désaccostage d'une hotte de transfert HA débute par la remise en place du bouchon d'exploitation de la cellule de mise en hotte HA. Un mouvement transversal de la partie supérieure de la hotte permet de replacer le bouchon de la cellule, puis la hotte se recentre sur l'axe d'accostage. L'alimentation électrique est ensuite découplée permettant de reculer la hotte grâce à la table d'accostage. La hotte est verrouillée en position jusqu'à reprise par la machine à levage limité (MLL) qui a pour fonction de transférer la hotte dans le parc à hottes.

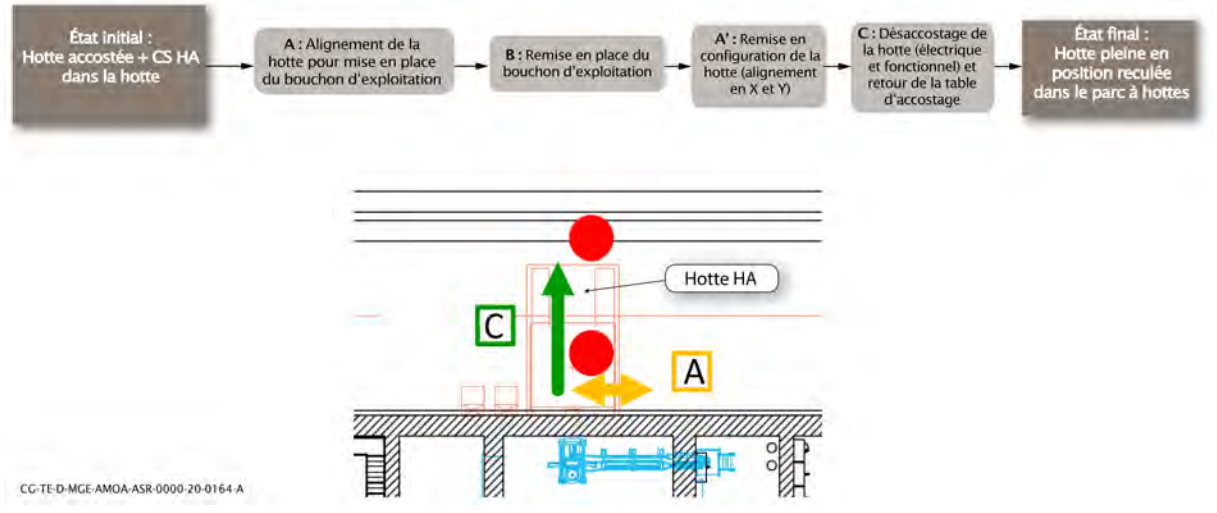


Figure 4-237 Schéma de principe du désaccostage de la hotte de transfert HA

4.1.14.5.2 Le désaccostage de la hotte de transfert MA-VL (Figure 4-238, Figure 4-239)

Après le chargement de la hotte, la porte de la façade est refermée, entrainant ainsi la fermeture de la hotte. Après verrouillage de l'ensemble, la hotte est reculée par la table d'accostage pour être manutentionnée par la machine à levage limité (MLL).

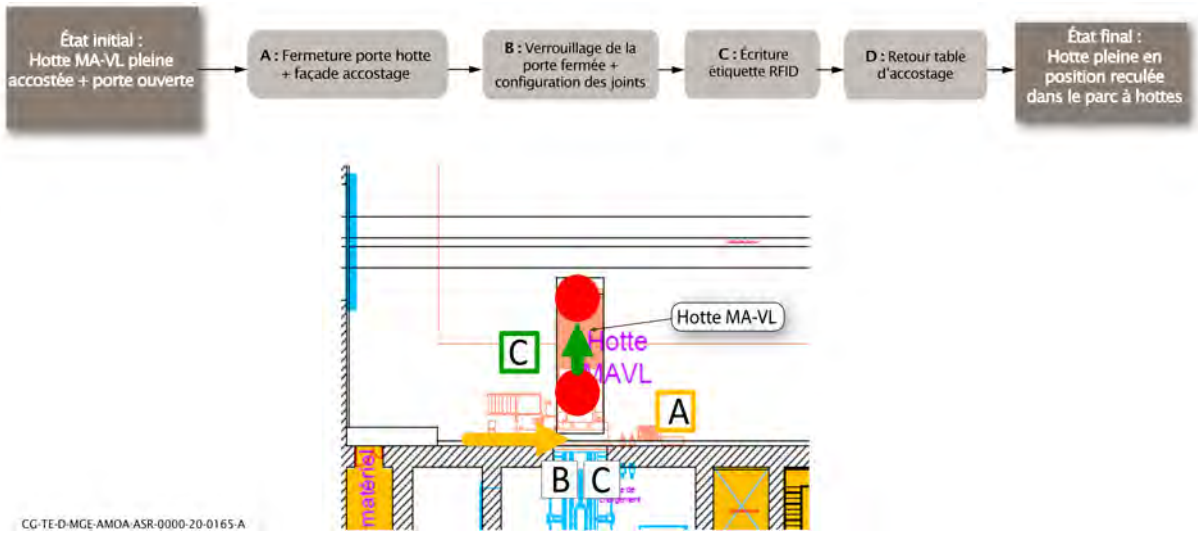


Figure 4-238 *Schéma de principe du désaccostage de la hotte de transfert MA-VL*

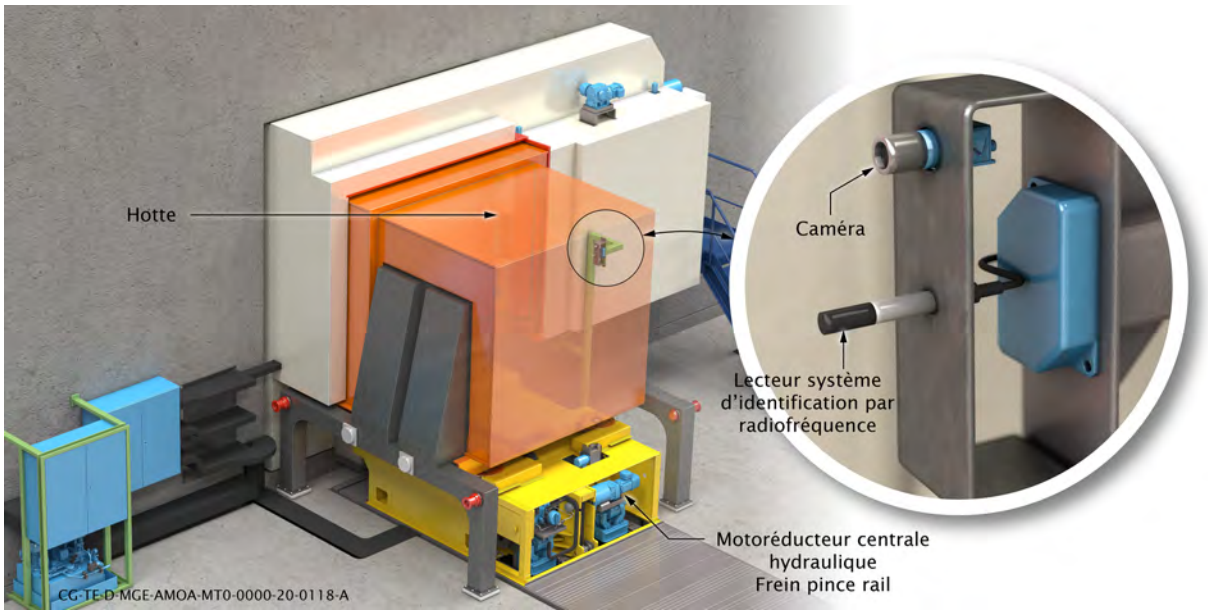


Figure 4-239 *Illustration d'une hotte de transfert MA-VL accostée et du lecteur de radio identification*

4.1.14.5.3 Le transfert de la hotte sur la table tournante

Les opérations de transfert des hottes sur la table tournante sont illustrées sur la figure 4-240.

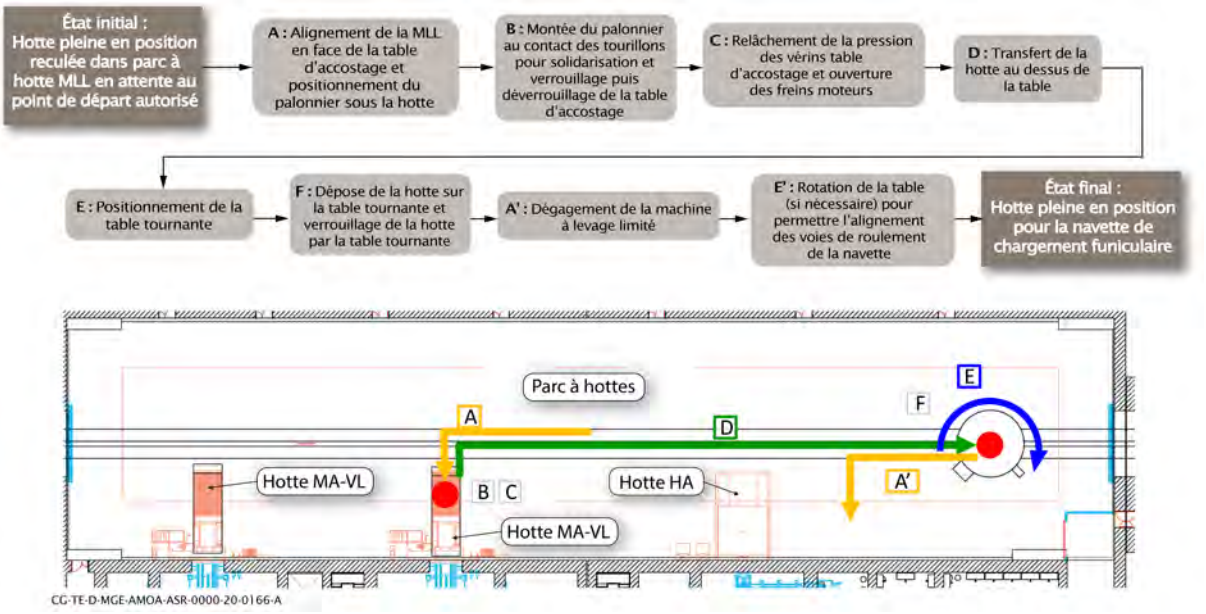


Figure 4-240 *Schéma de principe du transfert de la hotte par la machine à levage limité (MLL)*

La machine à levage limité (MLL) assure la manutention des hottes depuis la table d'accostage jusqu'à la table tournante de hottes selon la séquence décrite ci-dessus.

La machine à levage limité réalise une lecture du code barre présent sur le dessus de la hotte avant sa prise en charge.

La table d'accostage revient en position avancée après la prise en charge de la hotte par la machine à levage limité.

La table tournante effectue une rotation de la hotte si nécessaire en fonction du type de colis de stockage et de sa destination au sein de l'installation souterraine :

- les hottes de transfert HA sont toutes réorientées de 90° ;
- les hottes MA-VL sont soit pas réorientées, soit réorientées de 180°.

4.1.14.5.4 La manutention de la hotte pleine dans l'ouvrage de liaison à la tête de descenderie colis

Les opérations de manutention de la hotte pleine dans l'ouvrage de liaison à la tête de descenderie colis sont illustrées sur la figure 4-241.

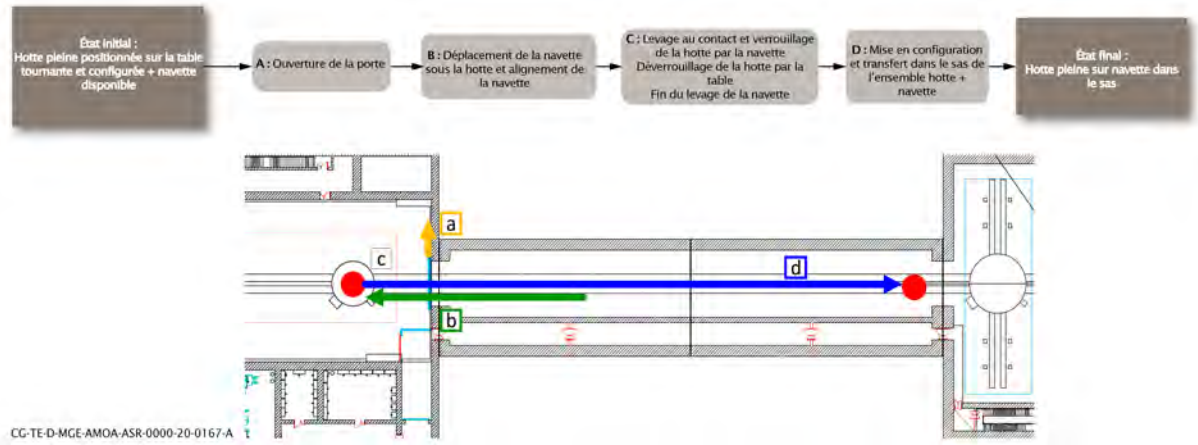


Figure 4-241 *Schéma de principe du transfert des hottes dans l'ouvrage de liaison à la tête de descenderie colis*

Une navette assure le transfert des hottes (Figure 4-242) entre la table tournante de hottes et le funiculaire situé dans la tête de descenderie colis. La navette prend en charge la hotte sur la table tournante de hottes et vient se positionner dans l'ouvrage de liaison entre le parc à hottes et la tête de descenderie, dans l'attente du cycle de chargement du funiculaire.

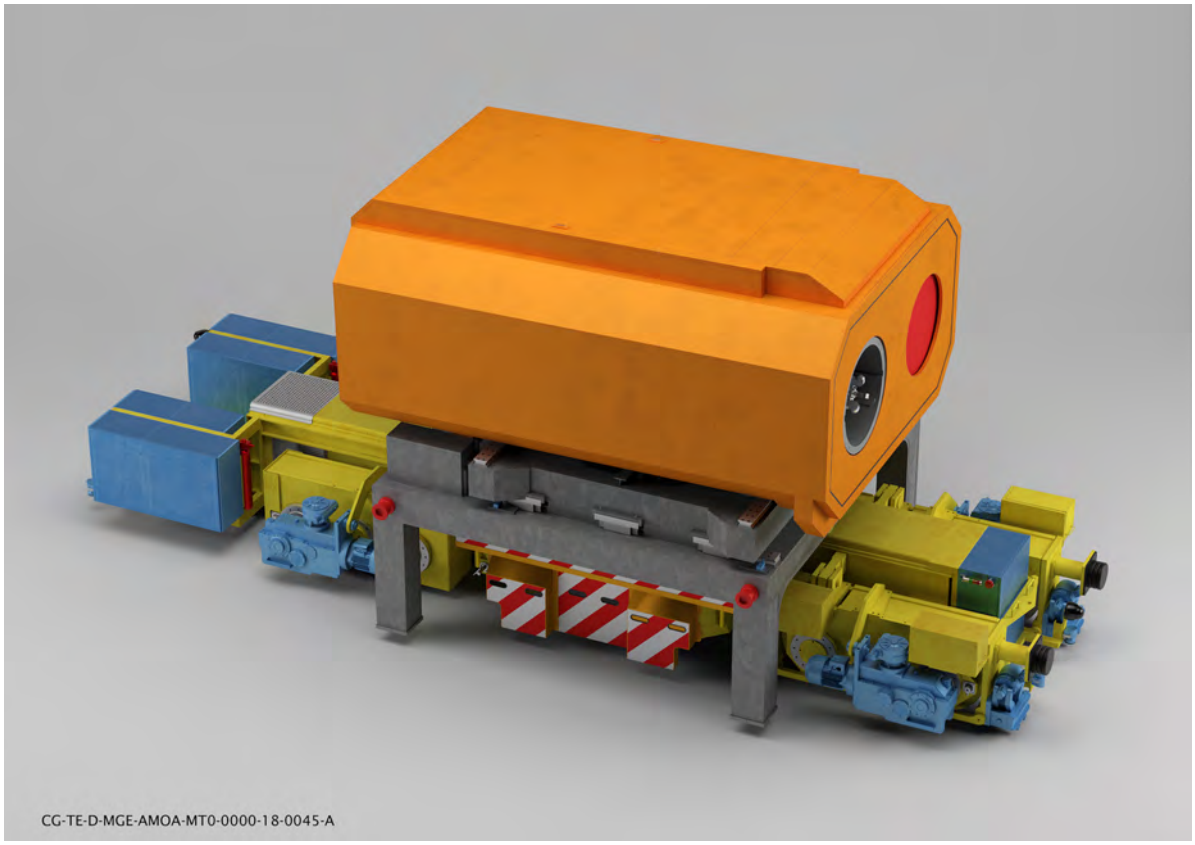


Figure 4-242 *Illustration d'une navette de surface avec une hotte de transfert HA*

4.1.14.6 Le pilotage de la zone de transfert des hottes en surface et principes d'exploitation

Les caractéristiques des différents modes d'exploitation ainsi que les conditions initiales et permanentes nécessaires au démarrage et à la poursuite des cycles de process sont indiquées au chapitre 4.1.2.4 du présent volume.

4.1.14.6.1 Le pilotage de la zone de transfert des hottes

Les opérations sont réalisées en automatique depuis la salle de conduite centralisée (SCC).

Des pupitres mobiles peuvent être connectés au réseau d'automates afin de piloter localement les équipements si besoin, notamment pour les cas de maintenance.

4.1.14.6.2 Les principes d'exploitation

Les principes d'exploitation définis pour le transfert des hottes sont les suivants :

- les portes formant un sas de ventilation ne peuvent pas être ouvertes simultanément ;
- les portes process sont normalement fermées ;
- une opération non interruptible ne peut démarrer que si elle peut être terminée avant la fin de la période de production ;
- en cas de détection de contamination atmosphérique dans le parc à hotte, celui-ci est maintenu confinée (en dynamique et en statique) ;
- le survol d'une navette par un pont roulant en cours de manutention est interdit ;
- le process est mis en pause en cas d'ouverture d'une porte personnel permettant d'accéder aux zones parc à hottes et à la gare haute du funiculaire dans la tête de descenderie colis ;
- mise en pose du process en cas de détection incendie.

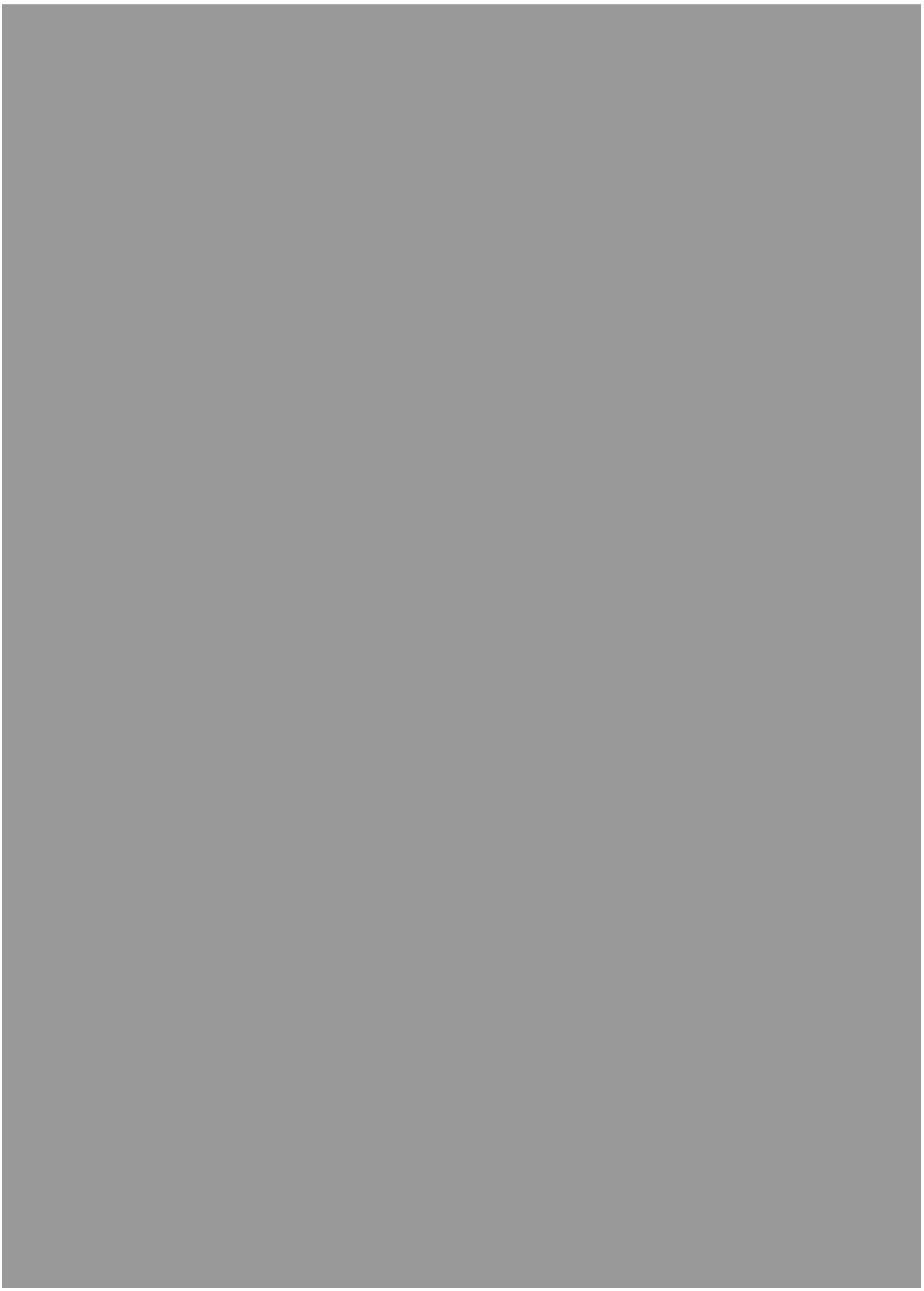
4.1.15 Les supports au process

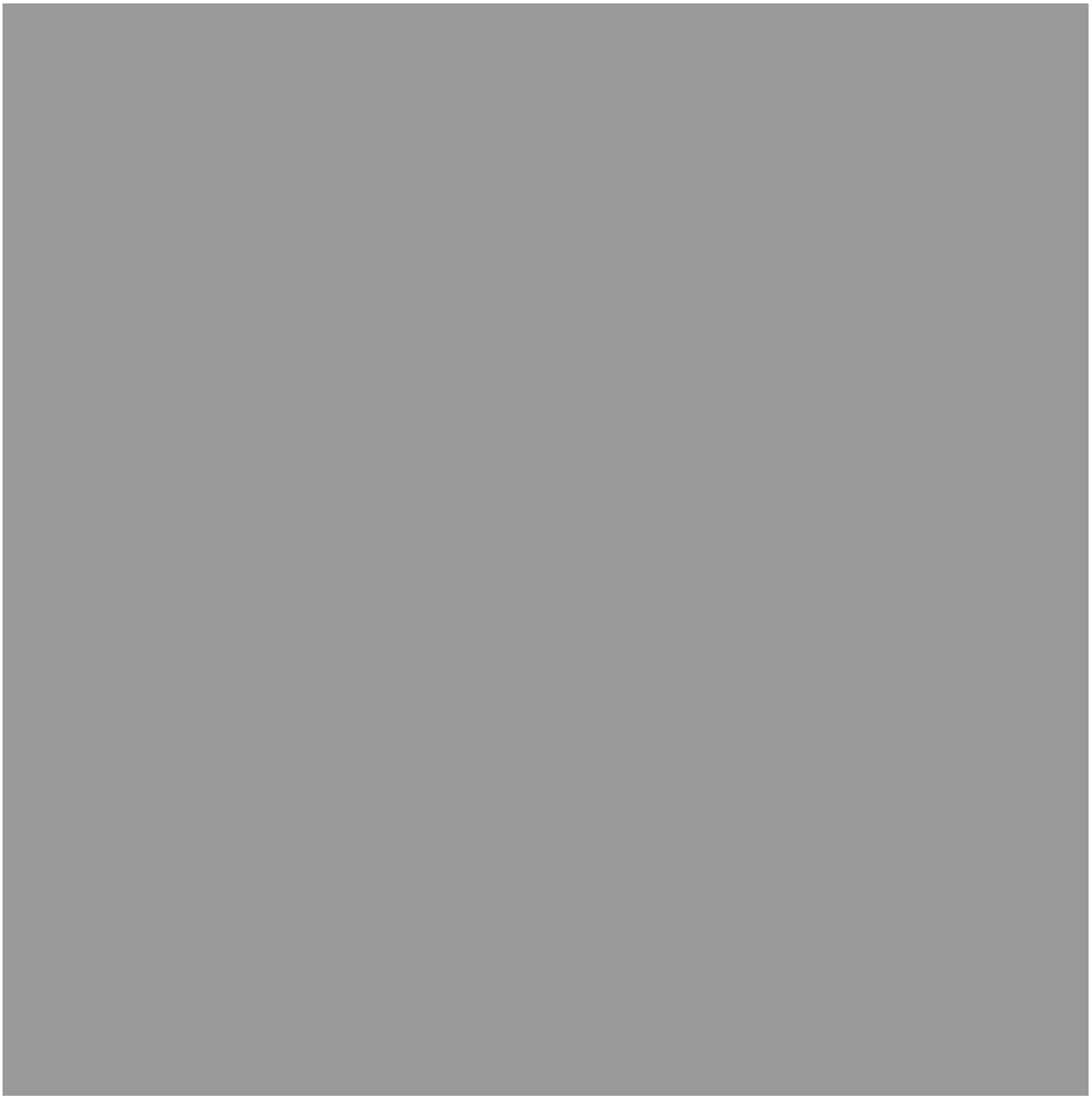
Ce chapitre présente des locaux permettant d'assurer des fonctions transverses pour le process de traitement des colis de stockage ainsi que des dispositifs liés à l'infrastructure générale.

Les thématiques présentées dans ce chapitre sont les suivants :

- la salle de conduite centralisée (SCC) ;
- le laboratoire ;
- les ateliers de maintenance ;
- les magasins ;
- les sas camion ;
- les puits et salles d'introduction de matériels ;
- les sur-cellules ;
- la zone de maintenance des hottes ;
- les bureaux ;
- les vestiaires ;
- les monte-charges ;
- l'entreposage des blocs de radioprotection.

Les supports au process tels que la ventilation, l'électricité et le contrôle commande sont présentés au chapitre 11 du présent volume, la collecte des déchets induits liquides et solides sont décrits aux chapitres 12 et 13 du présent volume. Les moyens de transports d'évacuation des déchets induits vers les exutoires sont décrits au chapitre 14 du présent volume.





4.1.15.2 Le laboratoire d'analyses

4.1.15.2.1 La localisation du laboratoire d'analyses

Le laboratoire (Figure 4-243) est situé en zone contrôlée au niveau +12 m de l'installation. Il permet l'analyse des échantillons prélevés dans l'installation nucléaire.

Il dispose d'un accès de type personnels et matériels.

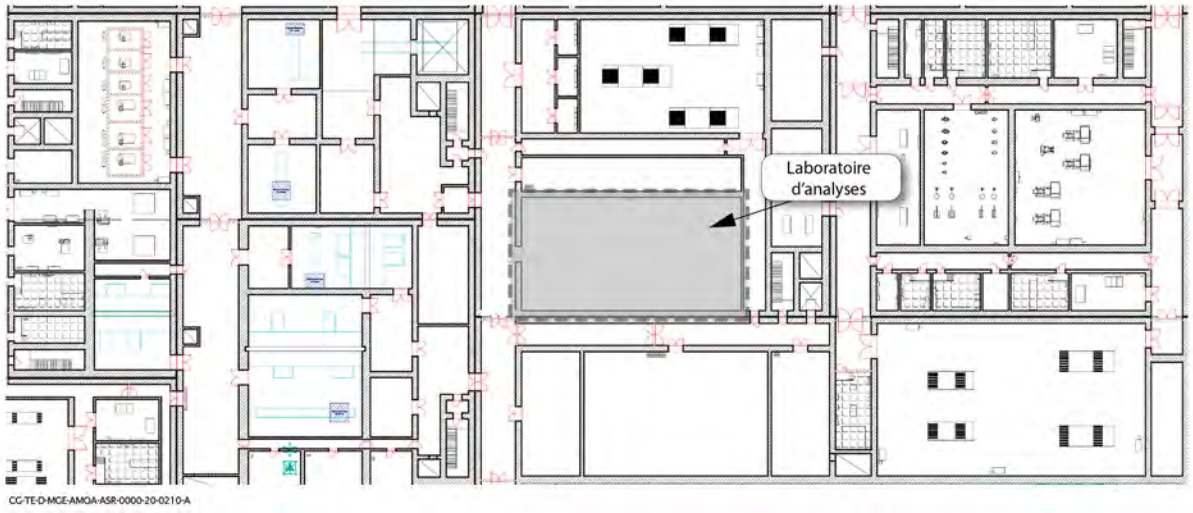


Figure 4-243 *Illustration de la localisation du laboratoire du bâtiment nucléaire de surface EP1*

4.1.15.2.2 Les caractéristiques techniques et fonctions du laboratoire

Le laboratoire (Tableau 4-21) comprend des matériels divers d'analyses de laboratoire sur paillasse, des hottes ventilées de type Sorbonne, des boites à gants, des machines d'essais pour les essais sur matériaux cimentaires. Des cuves de trempage pour les éprouvettes de liant hydraulique.

Tableau 4-21 *Caractéristiques du laboratoire*

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Laboratoire	C1	Zone surveillée bleue

Les contrôles envisagés au sein du laboratoire sont les suivants :

- analyse des frottis et des prélèvements d'effluents ;
- contrôles périodiques des eaux usées/vannes (EUV), les eaux pluviales et de drains brutes (EPD) ainsi les eaux d'exhaure (EEX) ;
- analyse et essais sur les éprouvettes de liant de clavage ;
- conservation des éprouvettes de liant de clavage témoin non détruites ;
- analyse des rejets cumulés sur les filtres de ventilation ;
- analyse de déchets solides ou liquides après un incident et/ou un accident ;
- l'ensemble des frottis issus des réouvertures de colis de stockage HA et MA-VL (frottis sur les colis primaires extraits des conteneurs ou panier mis au rebut, etc.) sont contrôlés dans le laboratoire.

4.1.15.3 Les ateliers de maintenance

4.1.15.3.1 La localisation des ateliers de maintenance

Deux ateliers permettant d'effectuer des opérations de maintenance sur pièces sont implantés dans le bâtiment aux niveaux +6 m et +12 m (figure 4-244, figure 4-245).

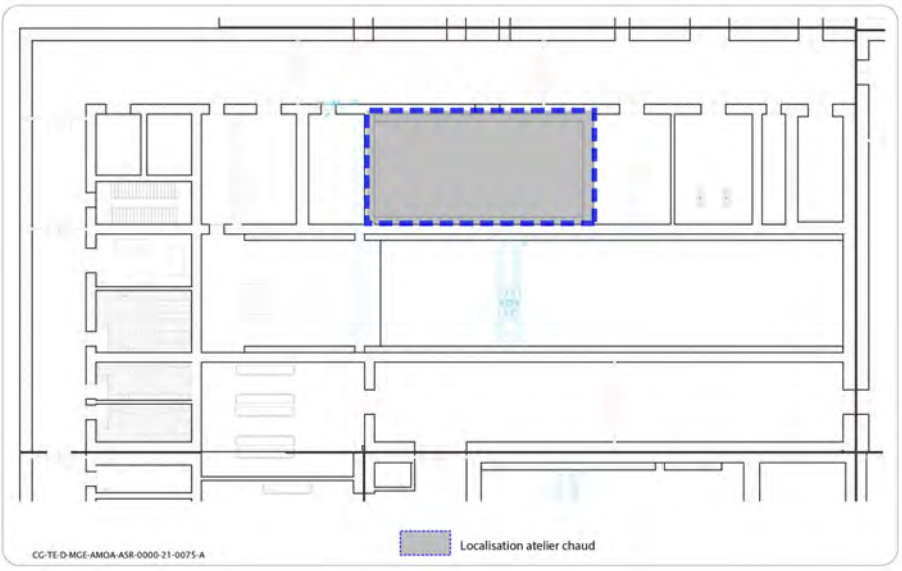


Figure 4-244 *Illustration de la localisation atelier chaud EP1 niveau +6 m*

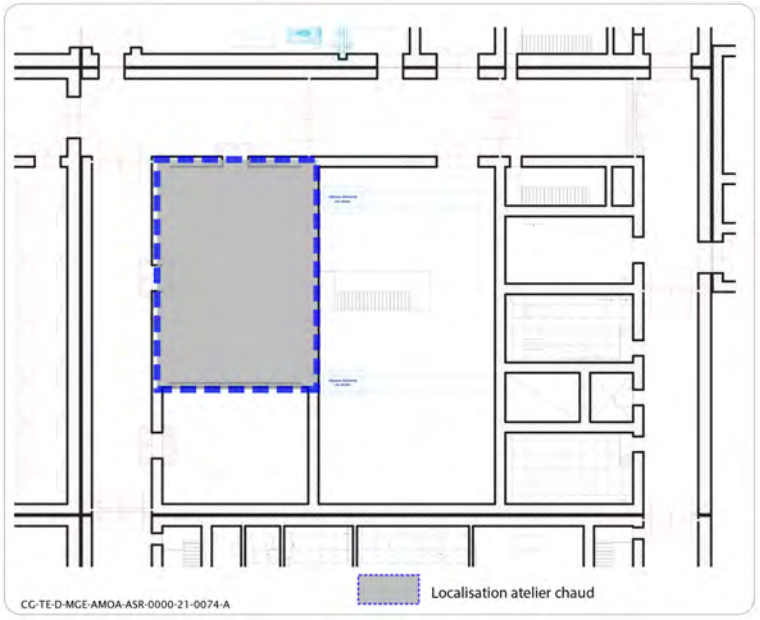


Figure 4-245 *Illustration de la localisation atelier chaud EP1 niveau +12 m*

4.1.15.3.2 Les caractéristiques techniques et fonctions des ateliers de maintenance (Tableau 4-22)

Tableau 4-22 *Caractéristiques des ateliers de maintenance*

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Atelier chaud niveau +6 m	C2	Zone surveillée bleue
Atelier chaud niveau +12 m	C2	Zone contrôlée verte

L'atelier chaud a pour vocation de procéder à des opérations de réparation et de maintenance sur des équipements de l'installation localisés en zone contrôlée, à des fins de recyclage en vue d'une réutilisation. Ces dispositions permettent notamment de limiter les quantités de déchets de type TFA/FA. Il est ainsi possible de procéder à des remplacements de pièces de rechange, par exemple roulement sur des paliers de moteurs et pompes, rouets de pompes, remplacements de bobinages, réparation de télémanipulateurs.

Les ateliers sont équipés de matériels permettant d'effectuer les réparations mécaniques ou électromécaniques, établis, étaux, petite presse, tour, fraiseuse, postes à souder.

Les opérations effectuées dans les ateliers de maintenance sont les suivantes :

- maintenance mécanique/électromécanique ;
- étalonnage d'appareils de mesure portatifs.

4.1.15.4 Les magasins

4.1.15.4.1 La localisation des magasins

La localisation des différents magasins dans le bâtiment EP1 est illustrée sur les figures suivantes (figure 4-246, figure 4-247, figure 4-248).

Figure 4-246 Illustration de la localisation des magasins du niveau +0 m

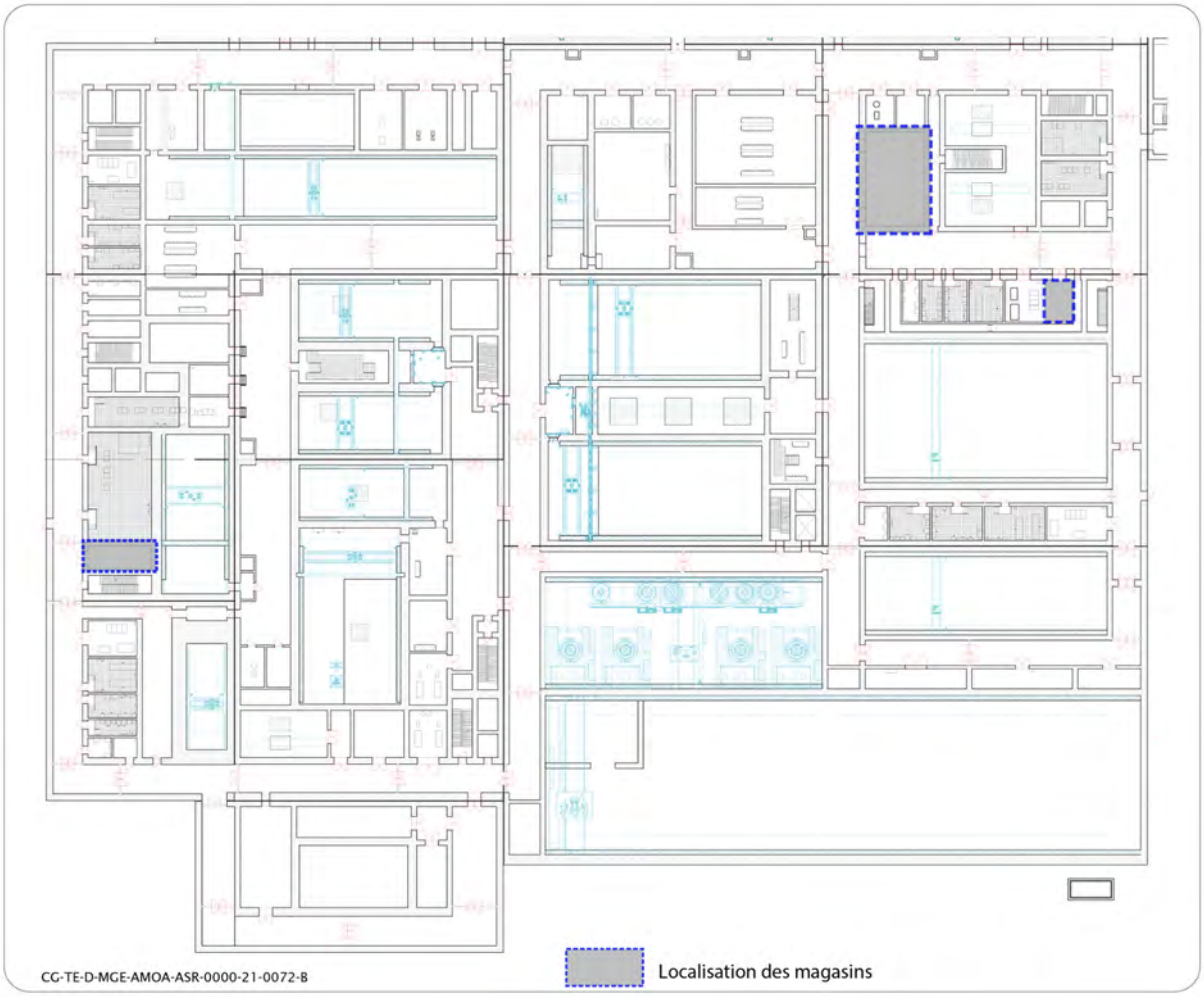


Figure 4-247 Illustration de la localisation des magasins du niveau +6 m

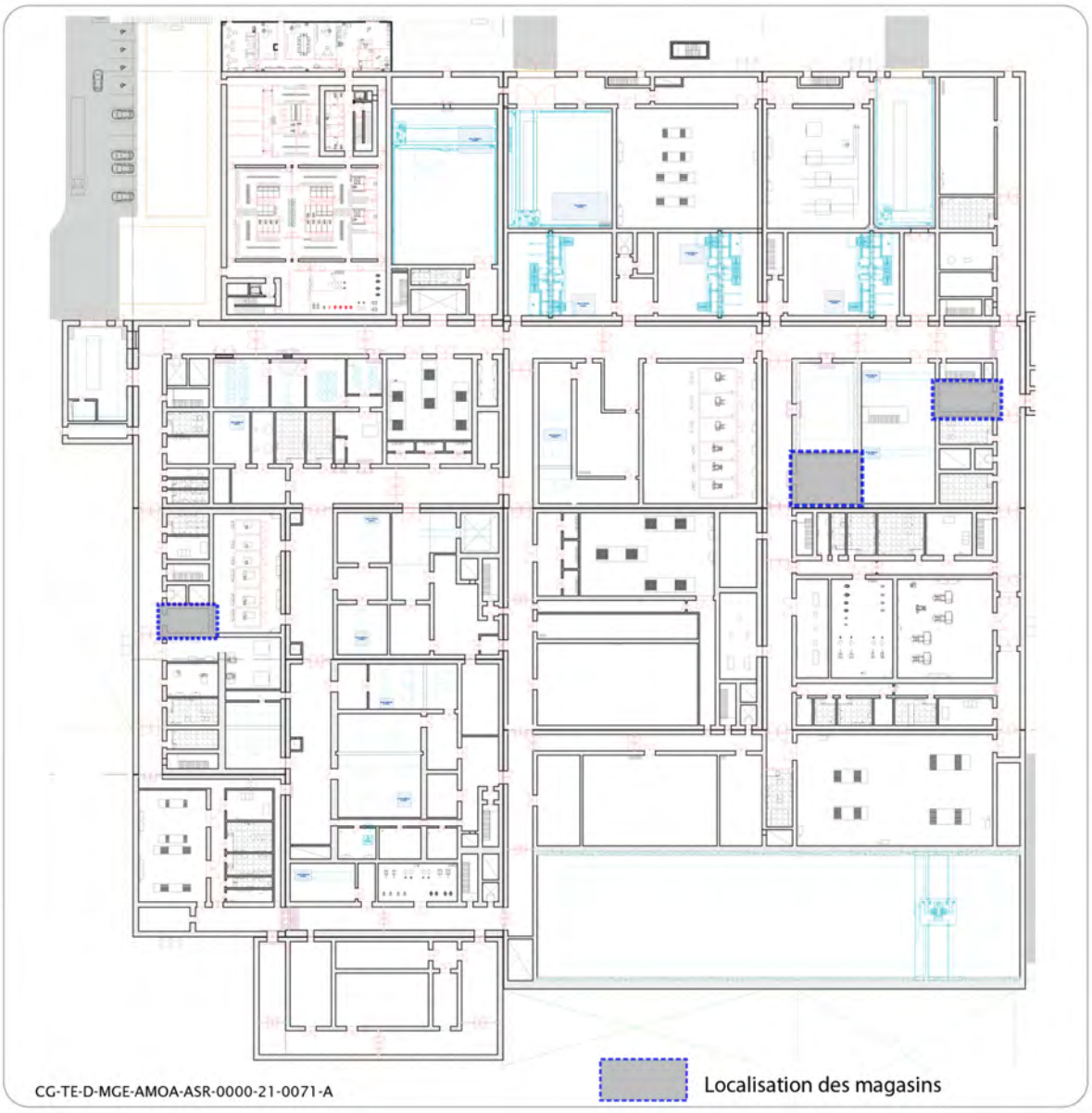


Figure 4-248 Illustration de la localisation des magasins du niveau +12 m

4.1.15.4.2 Les caractéristiques des magasins et fonctions (Tableau 4-23)

Les magasins ont une fonction d'entreposage de pièces de rechange neuves, mais également de pièces réparées et recyclées venant de zones contrôlées. Ces dernières sont stockées dans un magasin « chaud » jusqu'au moment de leur utilisation. Les pièces neuves qui n'ont pas été utilisées en zones contrôlées sont stockées dans les magasins froids lesquels sont localisés en zone conventionnelle.

Les magasins permettent également l'entreposage d'outillages qui ne sont pas nécessaires pour les colis en cours de traitement :les palonniers et pièces non utiles à la campagne sont retirés, placées dans l'atelier chaud en vue d'un entretien puis sont stockées dans le magasin le plus proche géographiquement du lieu de réutilisation.

Tableau 4-23 Caractéristiques techniques des magasins

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Magasin froid déchargement ET niv +0 m	NC	Zone surveillée bleue
Atelier et magasin palettes niv +0 m	NC	Zone surveillée bleue
Magasin froid Est niv +6 m	NC	Zone non réglementée
Magasin chaud central niv +6 m	C2	Zone contrôlée verte
Magasin froid ouest niv +6 m	NC	Zone non réglementée
Magasin chaud central niv +12 m	C2	Zone contrôlée verte
Magasin froid est niv +12 m	NC	Zone non réglementée
Magasin froid ouest niv +12 m	NC	Zone non réglementée

Les activités envisagées dans les magasins

Les magasins du niveau +0 m servent à entreposer et à stocker :

- les pièces pour les palonniers ;
- les pièces pour les chariots ;
- les pièces pour les grappins ;
- des bouteilles d'air respirable.

Les magasins des niveaux +6 m et +12 m servent à stocker :

- les matériels de systèmes de ventilation ;
- les matériels de systèmes CFI/CFO ;
- les pièces de rechange pour la maintenance du process ;
- les outils.

4.1.15.5 Les sas camions

Les sas camions répartis autour de l'installation permettent de recevoir au sein de l'installation des véhicules au gabarit routier. Les sas comprennent des moyens de manutention qui permettent de décharger les véhicules accueillis. L'acheminement des matériels à l'intérieur du bâtiment nucléaire de surface depuis les sas camions se fait par chariot élévateur de 5 tonnes.

Les principaux matériels concernés sont les suivants :

- les matériels de rechange de systèmes CFI/CFO (maintenance ou jouvence) ;
- les matériels de rechange de systèmes de ventilation (maintenance ou jouvence) ;
- les matériels de rechange de systèmes de fluides et d'effluents (maintenance ou jouvence) ;
- les matériels de rechange de systèmes de contrôle-commande (maintenance ou jouvence) ;
- les matériels de rechange de systèmes du process (maintenance ou jouvence) ;
- les équipements (hors hottes qui ont un accès dédié au sud de la tête de descenderie colis) ;
- les blocs de radioprotection des alvéoles MA-VL ;
- les matériels de maintenance de la machinerie/du funiculaire ;
- les matériels d'évacuation des déchets d'exploitation.

4.1.15.5.1 Le Sas camion pour l'acheminement de matériels et consommables

a) La localisation et principales caractéristiques

Le sas camion pour l'acheminement des matériels et consommables se situe dans la zone conventionnelle au niveau +12 m du bâtiment nucléaire de surface (Figure 4-249, tableau 4-24).

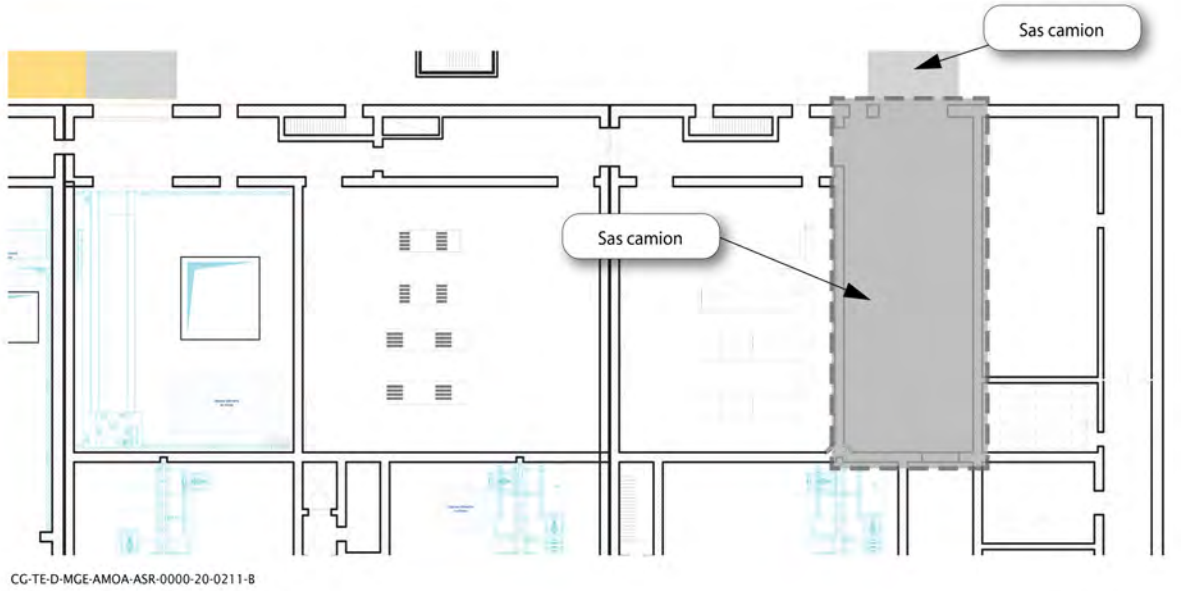


Figure 4-249 *Illustration de la localisation du sas camion pour l'acheminement des matériels et consommables*

Le sas camion pour l'acheminement des matériels et consommables dispose d'un accès au sas gros matériel, d'un accès depuis l'extérieur et d'un accès pour le personnel et les matériels.

Tableau 4-24 *Caractéristiques techniques du sas camion*

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Sas camion de réception matériel	NC	Zone non réglementée

L'acheminement des matériels et consommables se fait par des véhicules motorisés n'excédant pas une CMU de 38 tonnes.

b) Les activités envisagées dans le sas

Les opérations effectuées dans le sas sont les suivantes :

- acheminement et manutention des blocs de radioprotection ;
- acheminement et manutention de matériels et consommables.

4.1.15.5.2 Le sas camion pour l'évacuation des déchets induits

Localisation et principales caractéristiques (Tableau 4-25, Figure 4-250)

Le sas camion pour l'évacuation des déchets induits se situe au niveau +12 m du bâtiment nucléaire de surface.

Les fonctions de ce sas ne sont pas limitées à la gestion des déchets, les opérations suivantes sont effectuées :

- évacuation des déchets induits d'exploitation ;
- réception de matériels (pièces de rechange par exemple) et de consommables pour la partie ouest du bâtiment EP1.

L'acheminement de matériels et consommable ou l'évacuation de déchets induits se fait par des véhicules routiers dont la CMU n'excède pas 20 tonnes. Une aire de manœuvre pour poids lourds est aménagée face au sas.

Les fûts de déchets induits solides de type FA-VL ou TFA sont chargés dans le camion homologué à l'aide de chariots élévateurs ou du pont roulant qui équipe le sas.

Les déchets liquides induits sont transportés par un camion-citerne homologué pour le type de transports de liquides radioactifs. Le transfert d'effluents est réalisé par un circuit de pompage raccordé aux cuves tampon. Une zone est dédiée au raccordement et au dépotage est prévue dans le sas. Un accès direct depuis le sas au local vanne permet de contrôler les opérations de dépotage vers le camion-citerne.

Les circulations de déchets internes à l'installation nucléaire de surface sont décrites au chapitre 14 du présent volume. La gestion des déchets solides et liquides induits est décrite au chapitre 13 du présent volume.

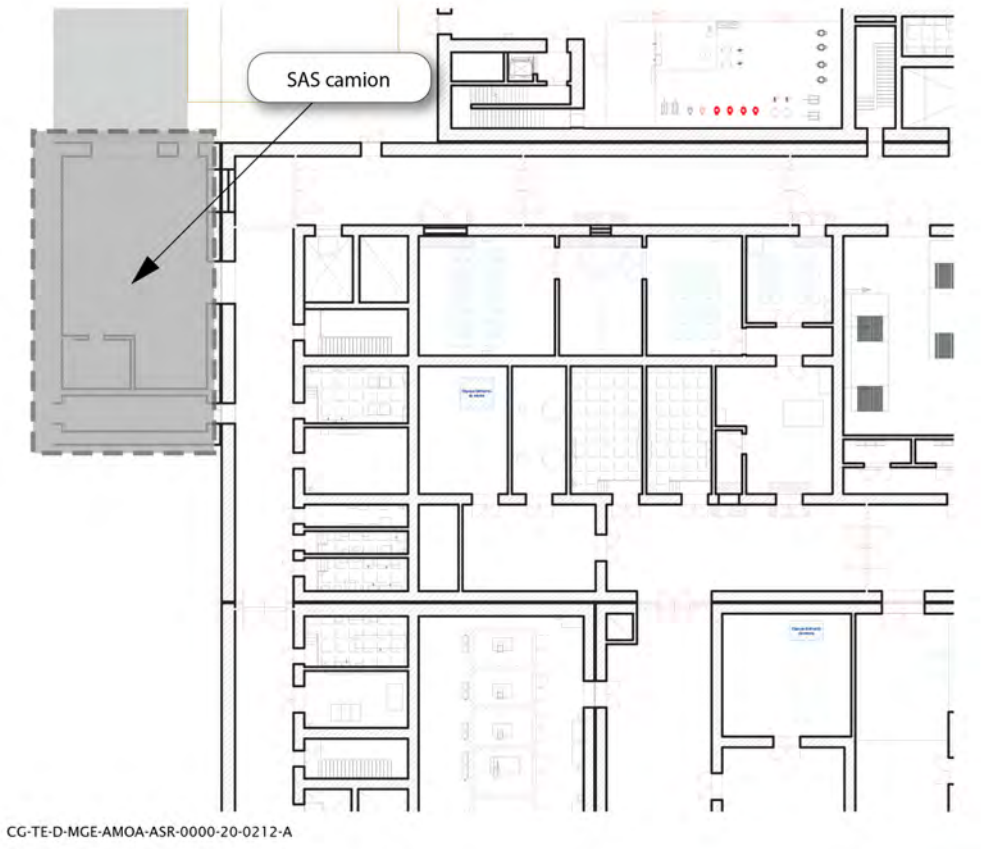


Figure 4-250 *Illustration de la localisation sur sas camion d'évacuation des déchets induits niveau +12 m*

Tableau 4-25 *Caractéristiques techniques du sas camion d'évacuation des déchets induits*

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Sas camion d'évacuation des déchets induits	C1	Zone non réglementée

4.1.15.5.3 Le sas camion d'accès au local de maintenance des hottes

Localisation et principales caractéristiques (Figure 4-251, Tableau 4-26)

Ce sas se situe au niveau +12 m du bâtiment nucléaire de surface.

Il dispose d'un accès sur l'extérieur grâce à une porte de grand gabarit. Il comprend par ailleurs une trappe de grande dimension au sol permettant une liaison verticale vers le local de maintenance des hottes situé dessous (entre +0 m et +6 m). La trappe vers le local inférieur est fermée par dalles amovibles.

Ce sas a principalement pour fonction de permettre le transit de pièces lourdes et encombrantes vers les locaux inférieurs :

- pour amener des composants lourds de la MLL (machine à levage limitée) ;
- pour amener des composants ou machines permettant la maintenance des hottes vers le local de maintenance des hottes.

Ces manipulations sont peu fréquentes, aussi le couloir de circulation de personnel de matériel au nord du sas est neutralisé lors des manœuvres de camions.

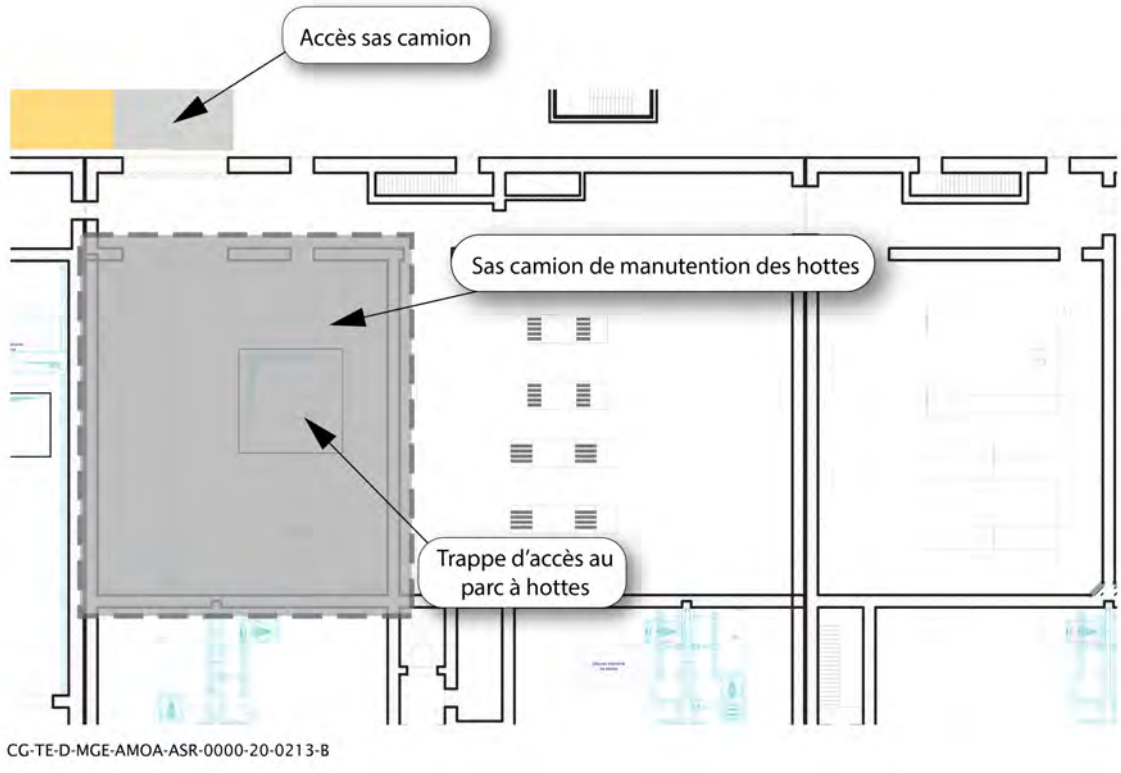


Figure 4-251 *Illustration de la localisation du sas camion de manutention des hottes niveau +12 m*

Le principe d'utilisation du sas est le suivant :

- le camion entre en marche arrière et stationne la remorque au droit de trappe, le tracteur sort ;
- les matériels sont déchargés au pont et mis en attente sur la dalle du génie civil ;
- le camion est réattelé puis repart ;
- les dalles amovibles sont déposées et mises en attente sur la dalle de génie civil ;
- les matériels sont introduits dans le parc à hotte à l'aide du pont ;
- les dalles amovibles sont repositionnées au droit de la trémie.

Tableau 4-26 Caractéristiques techniques du sas de manutention des hottes

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Sas camion de manutention des hottes	NC	Zone non réglementée

4.1.15.6 Les sur-cellules et salles d'introduction de matériels

Les sur-cellules sont des locaux qui surplombent des cellules de process. Les salles d'introduction des matériels surplombent des locaux dont la vocation est de réaliser de la maintenance d'équipements lourds.

4.1.15.6.1 La localisation des sur-cellules et salles d'introduction de matériels

La localisation des sur-cellules et des salles d'introduction des matériels est illustrée sur les figures suivantes (Figure 4-252, Figure 4-253).

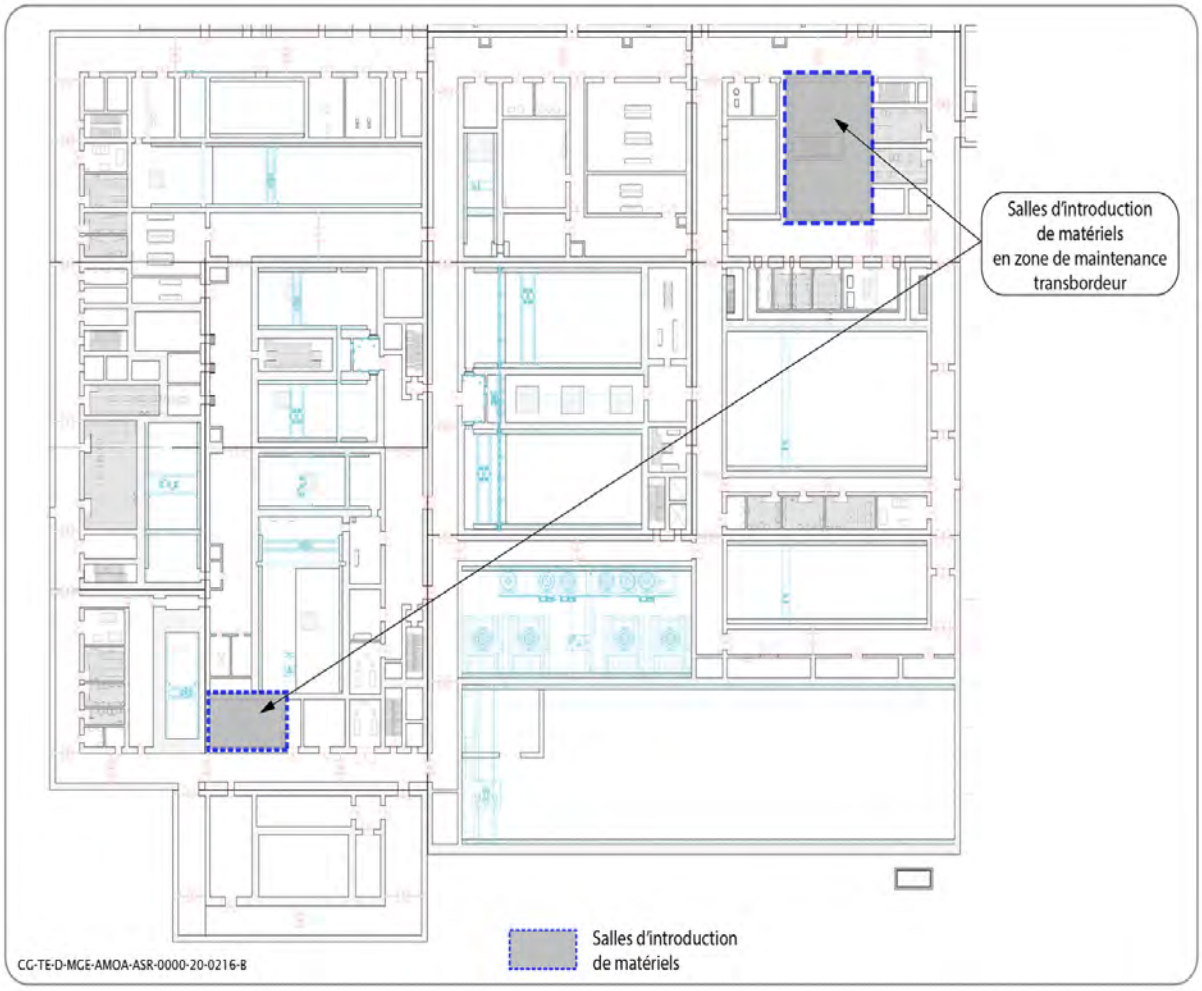


Figure 4-252 *Illustration de la localisation des sur-cellules et salles introduction de matériel niveau +6 m*

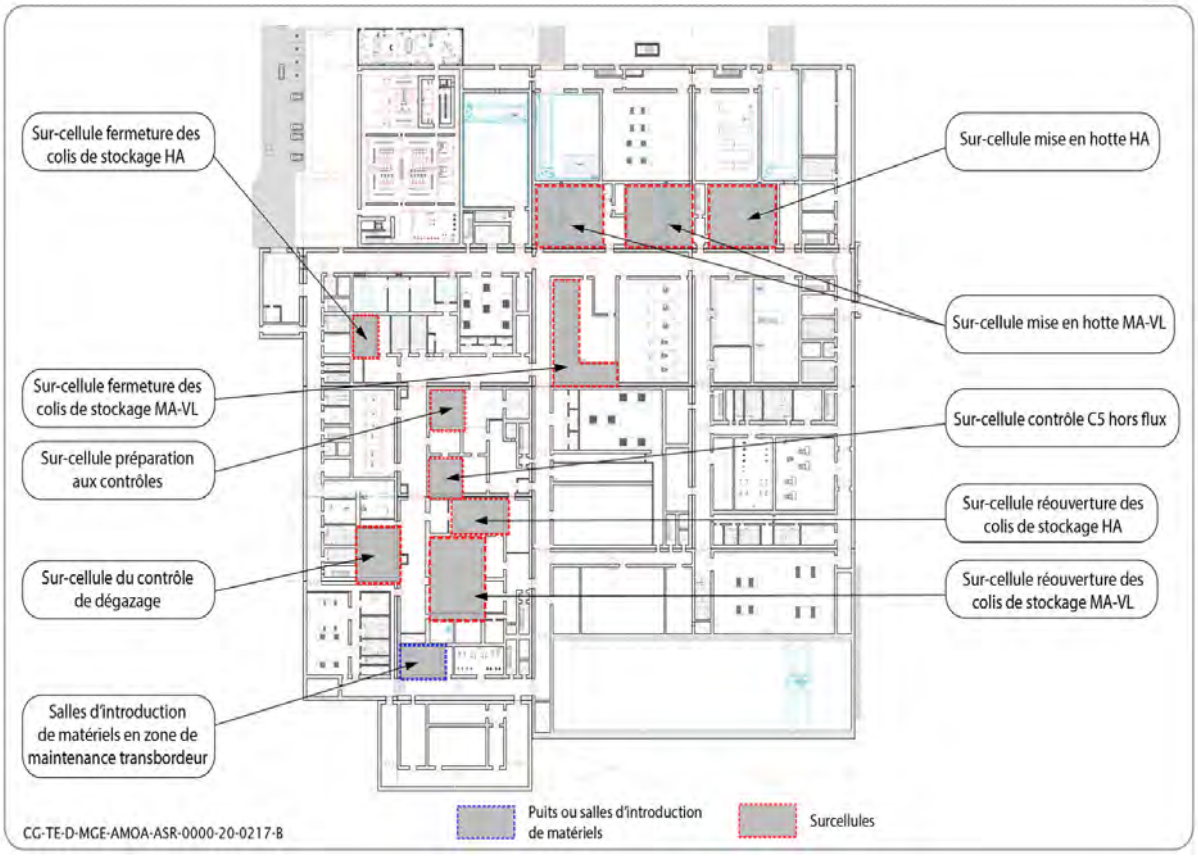


Figure 4-253 *Illustration de la localisation des sur-cellules et salles introduction de matériel niveau +12 m*

4.1.15.6.2 Les caractéristiques techniques des sur-cellules et salles d'introduction de matériels

Les caractéristiques techniques des sur-cellules et salles d'introduction de matériels son présentés dans les Tableau 4-27 et Tableau 4-28.

Tableau 4-27 *Caractéristiques techniques des sur-cellules*

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Sur-cellule fermeture des colis de stockage MA-VL	C1	Zone contrôlée jaune
Sur-cellules fermeture des colis de stockage HA	C1	Zone contrôlée jaune
Sur-cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL	C2	Zone contrôlée jaune
Sur-cellule de réouverture des colis de stockage HA	C1	Zone contrôlée jaune
Sur-cellules (Nb = 2) de mise en hotte MA-VL	C1	Zone contrôlée jaune
Sur-cellule mise en hotte HA	C1	Zone contrôlée jaune
Sur-cellule de préparation aux contrôles hors flux	C2	Zone contrôlée jaune
Sur-cellule de contrôle C5 hors flux	C2	Zone contrôlée jaune
Sur-cellule dégazage	C2	Zone contrôlée jaune

Tableau 4-28 Caractéristiques techniques des salles d'introduction de matériels

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Salle d'introduction matériel du local de maintenance transbordeur Est niv +6 m	C1	Zone surveillée bleue
Salle d'introduction matériel du local de maintenance transbordeur sud niv +6 m	C2	Zone surveillée bleue
Salle d'introduction matériel du local de maintenance transbordeur sud niv +12 m	C1	Zone surveillée bleue

4.1.15.6.3 Le fonctionnement des sur-cellules et locaux d'introduction de matériels

Les opérations communes effectuées dans salles d'introduction de matériels ainsi que dans les sur-cellules sont les suivantes :

- permettre l'évacuation par voie verticale depuis le niveau +0 m (ou +6 m) vers le niveau +12 m de matériels complets ou de sous-composants pour réparation, remplacement ou maintenance externe ; permettre l'évacuation par voie verticale depuis le niveau +0 m (ou +6 m) vers le niveau +12 m de matériels complets ou de sous-composants pour réparation, remplacement ou maintenance externe ;
- conditionner les composants ou sous-composants pour les transférer jusqu'au sas camion en vue d'un transport interne ou externe ;
- permettre l'introduction par voie verticale depuis le niveau +12 m vers le niveau +0 m (ou +6 m) de matériels complets ou de sous-composants issus de réparation ou de matériels neufs.

Les activités spécifiques aux sur-cellules

L'accès aux cellules inférieures par la sur-cellule n'est possible qu'à la suite d'une procédure particulière de déclassement des locaux inférieurs afin de respecter le zonage radiologique et de confinement.

Le cas échéant, une sur-cellule sert en soutien à des opérations de gestion après un incident pour amener ou évacuer des composants, moyennant un aménagement spécifique par des sas provisoires autour des ouvertures des trémies afin de respecter le zonage des locaux.

4.1.15.6.4 Les équipements présents dans les sur-cellules et locaux d'introduction de matériels

Les équipements suivants équipent les sur-cellules :

- un pont de manutention (concerne la majorité des sur-cellules) ;
- un dispositif de levage mobile par palans fixés au plafond au droit des trémies d'ouverture pour les sur-cellules ne disposant pas de ponts ;
- un dispositif de garde-corps amovibles stockés dans des *racks* à demeure.

Les structures des sas de confinement provisoires ne sont nécessaires que dans les cas accidentels si une contamination de la cellule est détectée. Ils sont stockés dans les magasins de pièces, de même que l'ensemble des outillages complémentaires pour ces interventions (palans, films plastique, etc.).

Les équipements suivants équipent les locaux d'introduction des matériels :

- monorails ou ponts roulants standards ;
- un dispositif de garde-corps amovibles stockés dans des *racks* à demeure ;
- trappes motorisées.

4.1.15.7 La zone de maintenance des hottes

La maintenance courante et périodique des hottes de type HA et MA-VL de même que les navettes de surface est réalisée dans les installations de surface. La zone de maintenance des hottes est dédiée à ces opérations.

4.1.15.7.1 La localisation de la zone de maintenance des hottes

La zone de maintenance se situe au niveau +0 m du bâtiment nucléaire de surface EP1, dans le prolongement du parc à hotte (Figure 4-254).

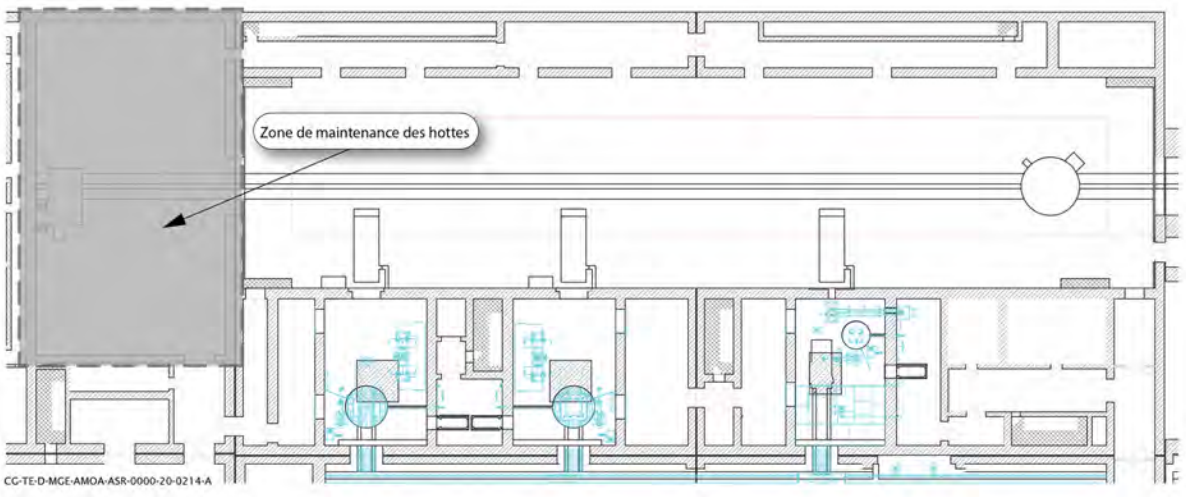


Figure 4-254 Illustration de la localisation du local de maintenance des hottes

4.1.15.7.2 Les caractéristiques techniques du local de maintenance des hottes

Tableau 4-29 Caractéristiques techniques du local de maintenance des hottes

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Zone de maintenance des hottes	C2	Zone contrôlée verte

4.1.15.7.3 Le fonctionnement de la zone de maintenance des hottes

Cette zone se compose de trois espaces distincts (Figure 4-255) :

- un espace de maintenance des hottes de transfert HA ;
- un espace de maintenance des hottes de transfert MA-VL, servant également à la mise en place des cales, à la décontamination des hottes, au chargement des blocs de radioprotection et des outillages dans les hottes de transfert MA-VL ;
- un espace de maintenance des navettes pour les navettes de surface.

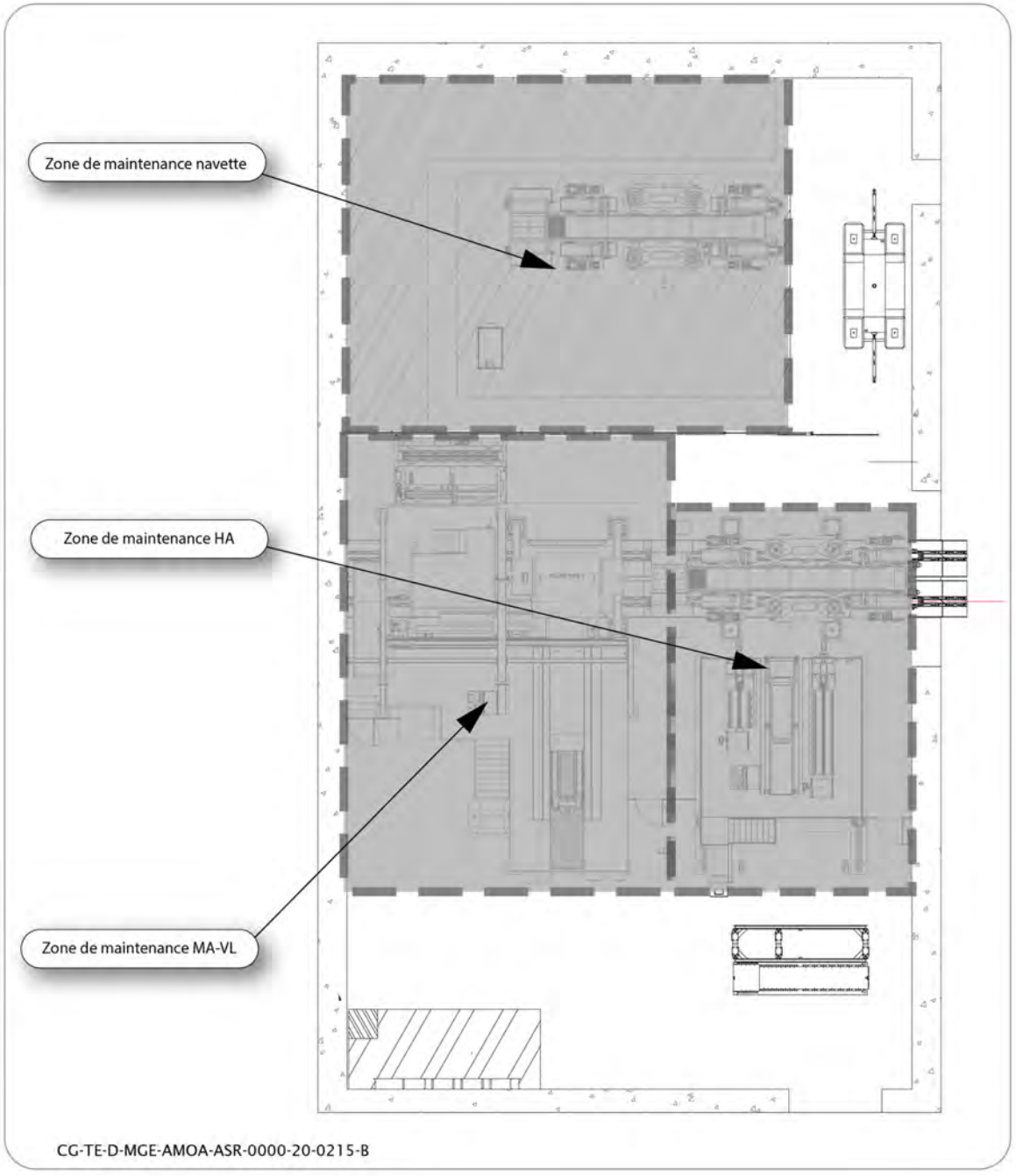


Figure 4-255 Illustration des zones de maintenance des hottes en surface

Les équipements (hottes et navettes) arrivent dans le local maintenance *via* la voie de roulement. La navette dépose chaque hotte à son poste de maintenance. Pour les maintenances de navette, les navettes sont prises à l'aide d'un moyen de levage, élevées au-dessus des garde-corps et déposées au poste de maintenance des navettes.

Le cas d'une opération de décontamination de hottes

Dans le cas d'une détection de contamination d'une hotte, la décontamination est réalisée dans la zone de maintenance à l'aide de moyens conventionnels (chiffons, solvants, etc.) par des opérateurs. Suivant la gravité de la contamination détectée, un sas de confinement est installé autour de la hotte concernée et un étage de filtration complémentaire (muni d'un filtre THE) est raccordé au circuit d'extraction C2 de la ventilation du process nucléaire.

4.1.15.7.4 Les équipements de la zone de maintenance des hottes

Les équipements suivants équipent la zone de maintenance des hottes :

- une plateforme de maintenance des hottes de transfert MA-VL ;
- une plateforme de maintenance des hottes de transfert HA ;
- équipements de soutien de la zone de maintenance navette ;
- une portion de voie de roulement alimentée électriquement ;
- un pont roulant standard d'une CMU de 100 tonnes ;
- une nacelle élévatrice mobile ;
- un chariot tracteur ;
- des garde-corps ;
- un raccordement au système d'extraction de la ventilation.

4.1.15.8 Les vestiaires

Les vestiaires permettent d'accueillir les personnels d'exploitation de l'installation (surface et fond). Ils sont regroupés au niveau +12 m de la zone conventionnelle du bâtiment nucléaire de surface EP1.

Ces vestiaires permettent aux utilisateurs de s'équiper d'une tenue de pour accéder aux zones contrôlées du bâtiment nucléaire en surface ou de la zone règlementée des galeries au fond (Tableau 4-30).

Tableau 4-30 Caractéristiques techniques des vestiaires

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Vestiaires	NC	Zone non réglementée

Les vestiaires d'EP1 sont présentés sur la figure 4-256 ci-après.

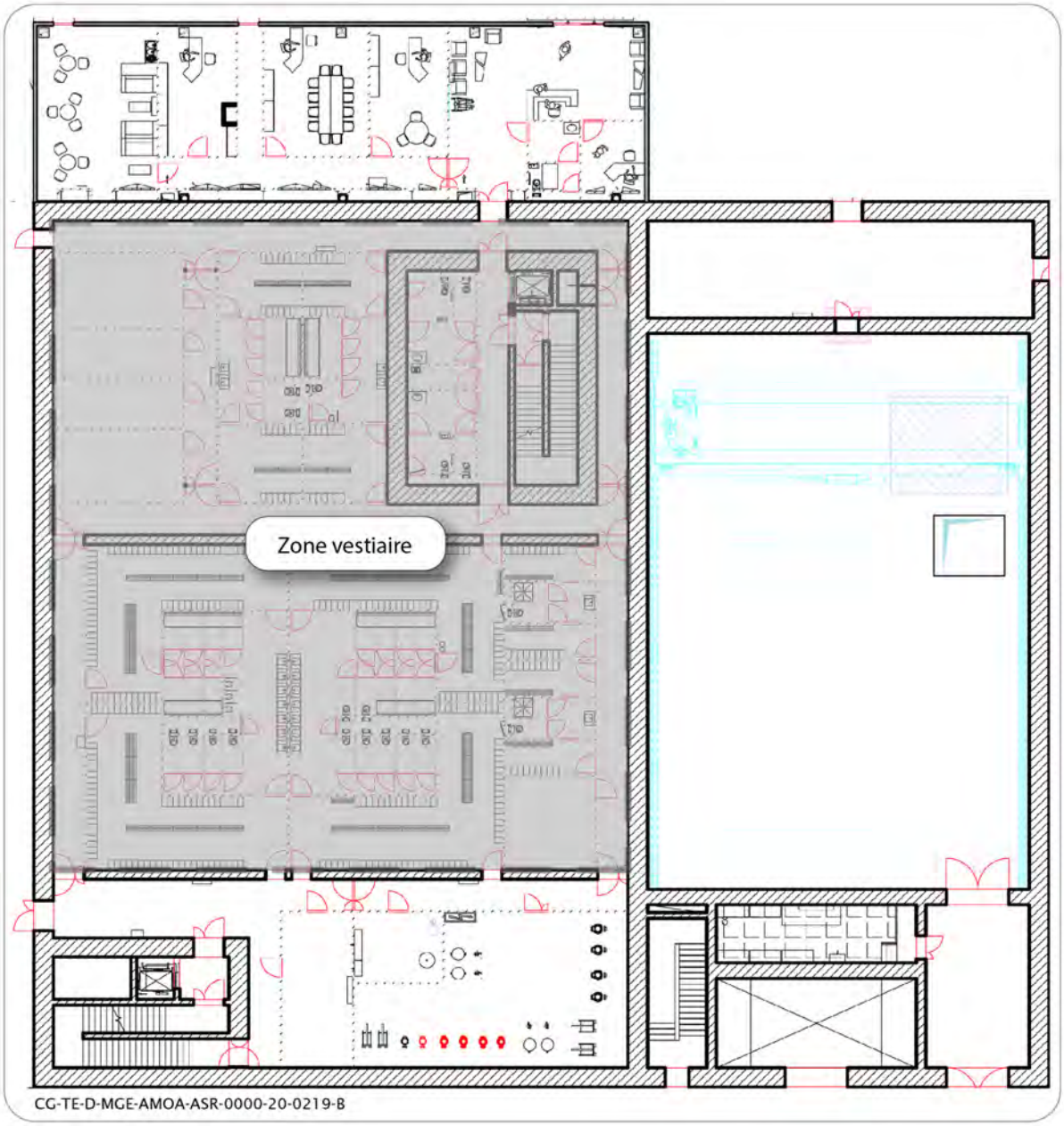


Figure 4-256 *Illustration de la zone vestiaire en zone conventionnelle au niveau +12 m du bâtiment nucléaire de surface EP1*

4.1.15.9 Les monte-charges

4.1.15.9.1 Le monte-charge de matériels

Le monte-charge de matériels permet l'acheminement des matériels et équipements lourds ou encombrants entre différents niveaux du bâtiment.

Le monte-charge permet de transporter des matériels tels que les centrales de traitement de l'air (CTA), échangeurs, transformateurs BT, transformateurs HTA, armoires basse tension, blocs de radioprotection ainsi que l'ensemble du matériel nécessaire à la jouvence des installations pour la durée d'exploitation du bâtiment EP1.

La construction du monte-charge est conforme aux normes et directives machines associées à ce type d'équipements.

Le monte-charge a une CMU de 10 tonnes. Il est recouvert intérieurement de tôles en acier inoxydable pour permettre une décontamination.

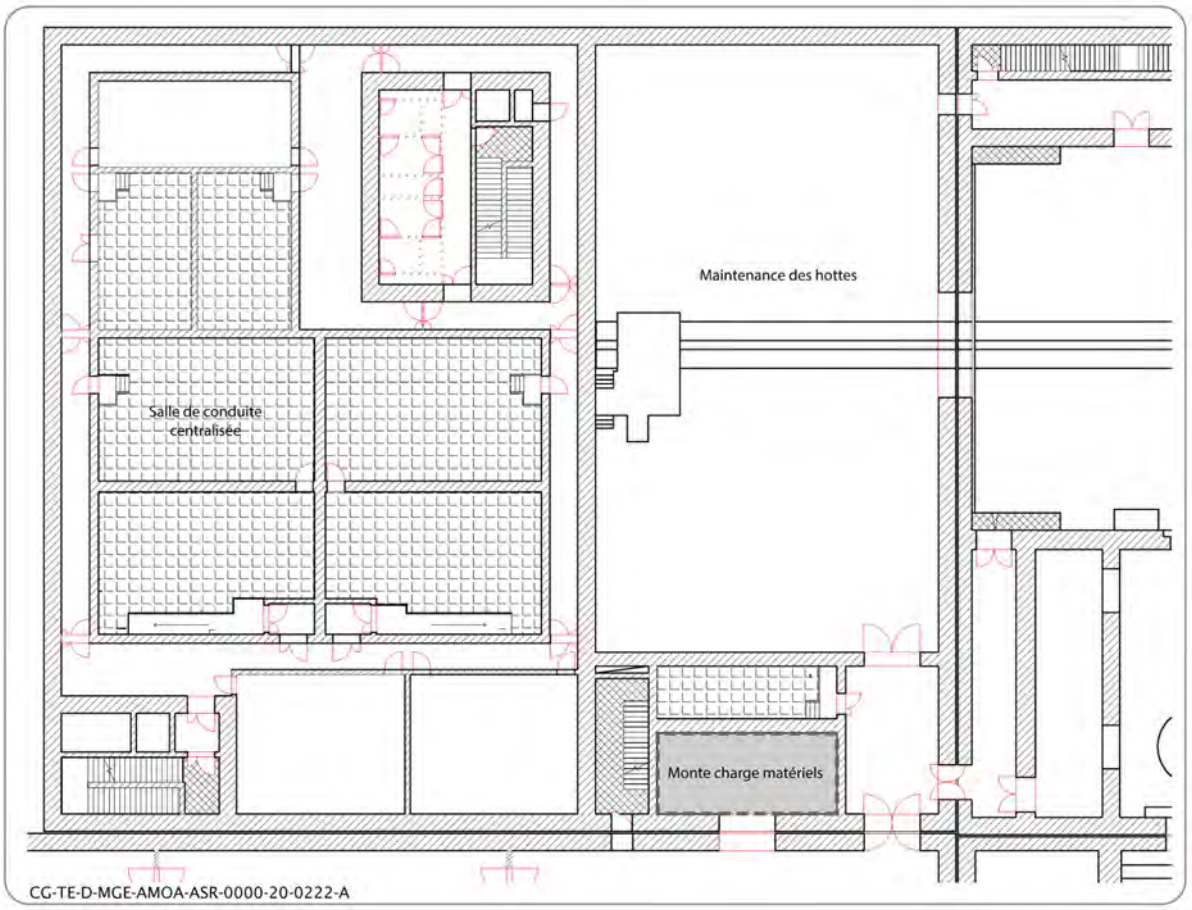


Figure 4-257 Illustration de la localisation du monte-charge de matériels

Tableau 4-31 Caractéristiques techniques du monte-charge matériels

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Monte-charges matériels	NC	Zone surveillée

4.1.15.9.2 Le monte-charge d'évacuation des conteneurs ou paniers vides

Le monte-charge d'évacuation des conteneurs et paniers vides permet de remonter des conteneurs de stockage (CtS) ou des paniers vidés de leur contenu suite à une opération de réouverture. Ces opérations sont détaillées aux chapitres 4.1.9 et 4.1.10.5 du présent volume.

Le monte-charge d'évacuation des conteneurs et panier vides est localisé au nord du bâtiment depuis le niveau +0 m jusqu'au niveau +12 m. La particularité de ce monte-charge est d'être en liaison mécanique avec le système de chariots transbordeur du process. Il comprend des rails sur sa plateforme de réception lui permettant d'accoster un transbordeur et de réceptionner un chariot avec une palette.

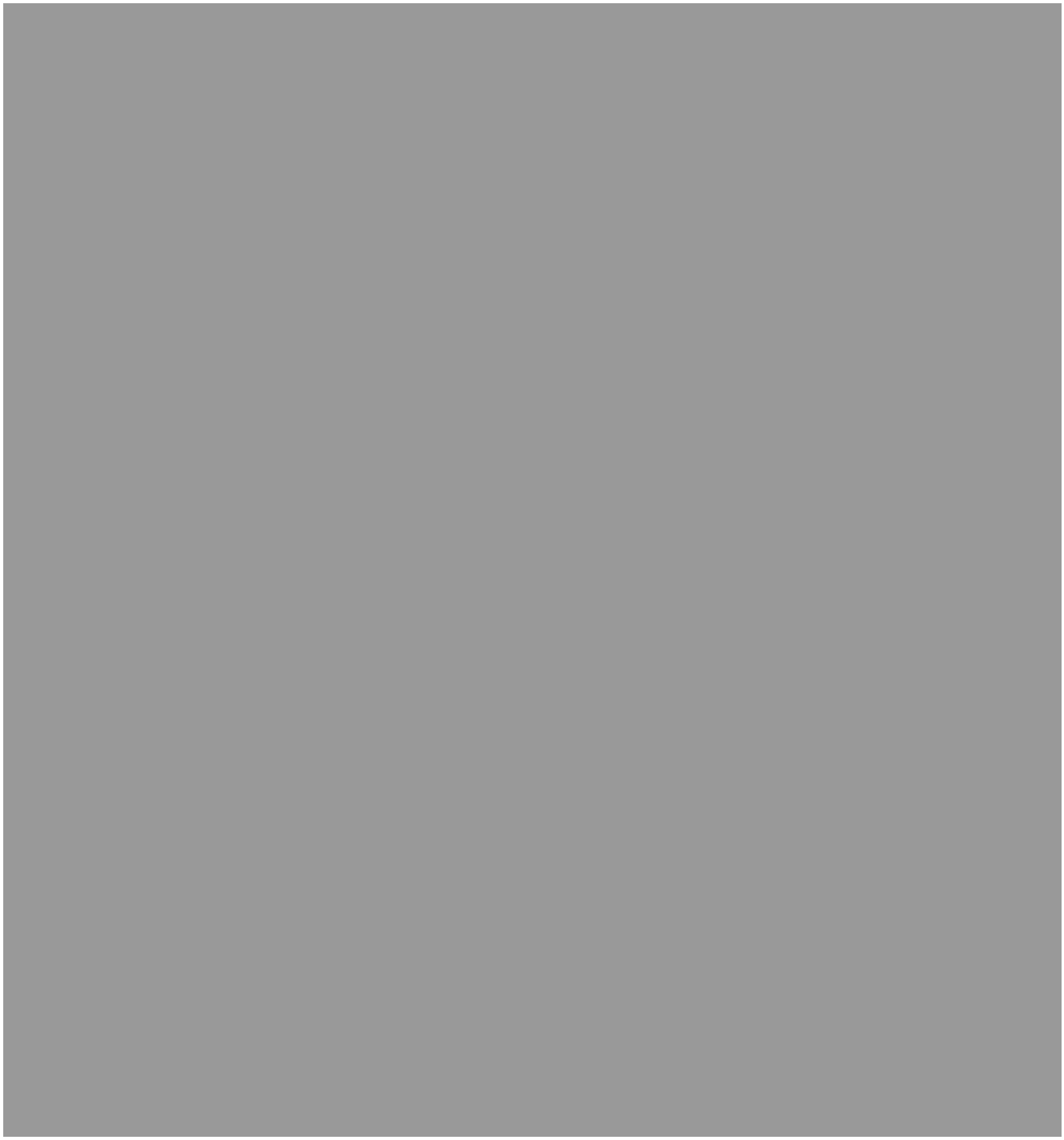


Figure 4-258 *Schéma de principe d'évacuation des conteneurs et paniers vides vers le monte-charge (niveau +0 m)*

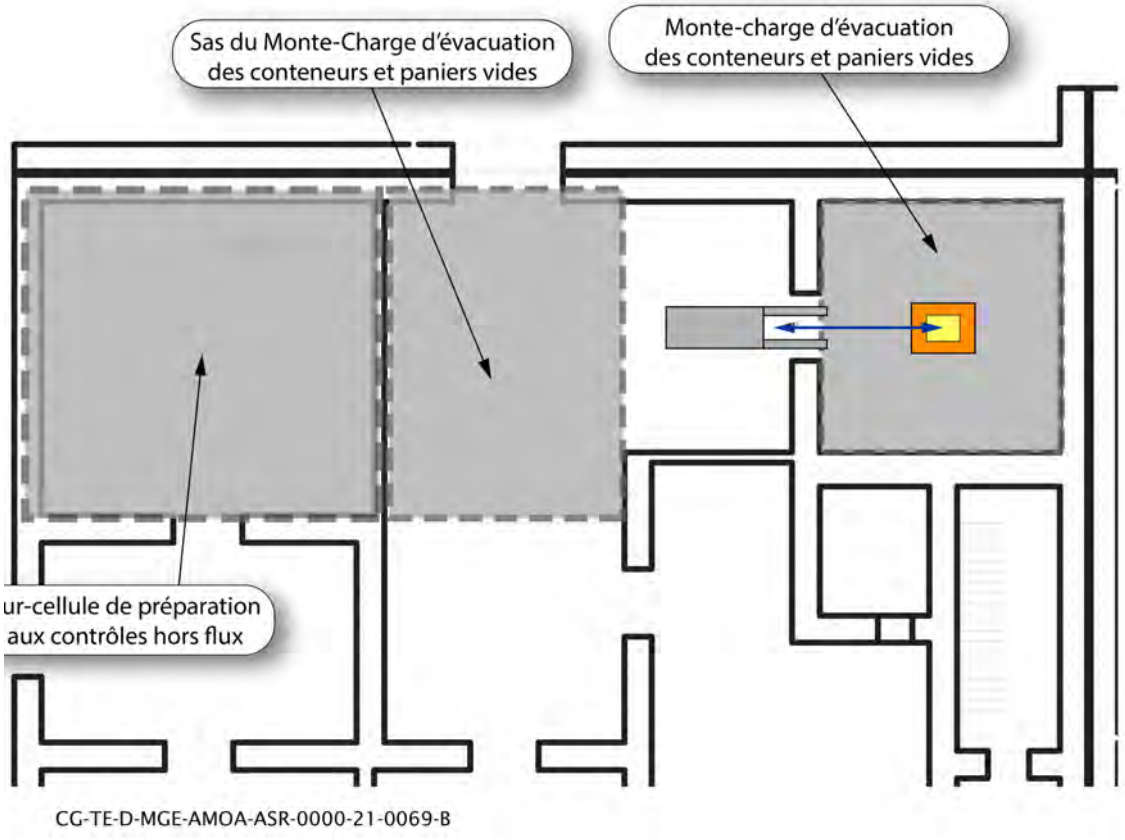


Figure 4-259 *Schéma de principe d'évacuation des conteneurs et paniers vides vers le monte-charge (niveau +12 m)*

Le fonctionnement est le suivant :

- la figure 4-258 montre le cheminement des palettes supportant les conteneurs (ou paniers) réouverts et vidés de leurs contenus. Les palettes sont placées sur le monte-charge d'évacuation des conteneurs à l'aide du chariot de transbordeur. Le chariot est retiré, puis les portes sont fermées. Le monte-charge remonte l'ensemble palette/conteneur vide jusqu'au niveau +12 m ;
- le sas du monte-charge comprend un chariot de manutention. Celui-ci saisit le colis (ou le panier) vide et le ramène dans le sas du monte-charge. La porte du monte-charge est refermée et les opérateurs sont autorisés à réaliser les actions de conditionnement complémentaire associées à un déchet de faible activité.

Les conteneurs/paniers conditionnés sous forme de déchets sont ensuite dirigés vers la zone de gestion des déchets induits (cf. Chapitre 13 du présent volume).

Les règles d'exploitation vis-à-vis du monte-charge d'évacuation des conteneurs vides sont les suivantes :

- la porte du sas d'accès au monte-charge (au niveau +12 m) est maintenue ouverte en cas d'intervention dans le sas avec un asservissement de l'ouverture de la porte du monte-charge (au niveau +12 m) à la fermeture de la porte du sas d'accès au monte-charge (au niveau +0 m) ;
- une consigne est mise en place afin de vérifier l'absence de personnel dans le sas et/ou le monte-charge par le service de radioprotection avant d'autoriser la fermeture et la descente du monte-charge , celle-ci consiste en la vérification par caméra de vacuité du monte-charge.

Tableau 4-32 *Caractéristiques techniques des locaux associés au monte-charge d'évacuation des conteneurs et paniers vides*

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Monte-charge	C2	Zone contrôlée jaune (zone contrôlée rouge lorsque la porte est ouverte)
ZAR monte-charge niv +0 m	C2	Zone contrôlée verte
Sas du monte-charge niv +12 m	C1	Zone surveillée bleue

4.1.15.10 L'entreposage des blocs de radioprotection

Les blocs de radioprotection sont des éléments permettant de réaliser un écran de protection contre les rayonnements ionisants lorsque qu'un alvéole MA-VL est rempli.

Ces blocs sont entreposés dans un local dédié en attente d'être descendus au fond par le funiculaire. Le local d'entreposage des blocs de radioprotection est situé au niveau +12 m au nord du bâtiment nucléaire de surface EP1, ce qui permet de les manutentionner avec un chariot élévateur depuis le sas camion. Le local est situé à l'aplomb de l'atelier de maintenance des hottes (deux niveaux dessus). Des trappes au sol permettent de mettre en communication ces deux locaux.

L'acheminement des blocs vers le local de maintenance est réalisé par un pont roulant dans le local d'entreposage.

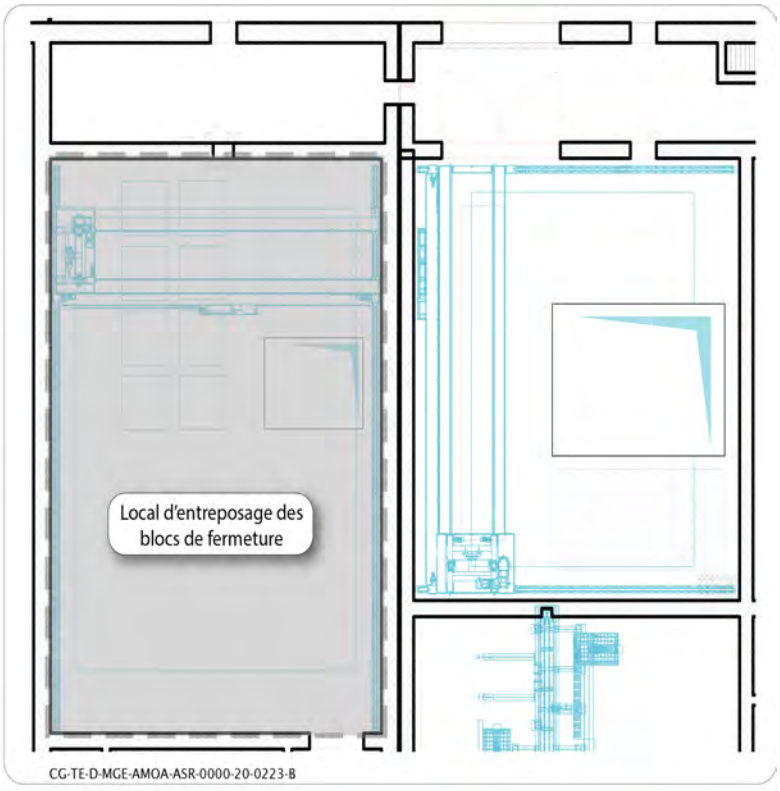


Figure 4-260 *Illustration de la localisation du local d'entreposage des blocs de fermeture niveau +12 m*

Tableau 4-33 *Caractéristiques techniques du local d'entreposage des blocs de fermeture*

Dénomination du local	Zonage confinement	Zonage radiologique
Local d'entreposage des blocs de fermeture	C1	Zone surveillée bleue

4.1.16 L'infrastructure des ouvrages

4.1.16.1 La description générale

Le génie civil du bâtiment a une emprise au sol d'environ 170 mètres dans le sens nord-sud et d'environ 170 mètres dans le sens ouest-est sur une hauteur d'environ 23 mètres au sud et environs 15 mètres au nord par rapport au sol.

Le bâtiment EP1 et la tête de descenderie sont construits sur un ensemble de radiers en béton armé coulés en place sur la géomembrane supérieure du dispositif de drainage et de blocs de béton armé eux-mêmes coulés en place sur les radiers. Les radiers sont fondés autant que possible à des niveaux identiques. Certains blocs sont fondés sur des radiers communs à plusieurs blocs en fonction de leurs dimensions (cf. Figure 4-261).

Figure 4-261 *Illustration des blocs constitutifs du bâtiment nucléaire de surface EP1, de la tête de descenderie colis et de l'ouvrage de liaison*

Le génie civil de l'installation EP1 est composé de blocs en béton armé coulés sur place, contreventés par des systèmes de voiles dans les deux directions. Ces blocs sont séparés par des joints de dilatation.

Certains blocs sont fondés sur des radiers individuels correspondant à la dimension du bloc. D'autres, sont fondés sur des radiers communs à plusieurs blocs afin d'en améliorer le comportement sous sollicitations (séisme notamment).

Le découpage du génie civil en blocs résulte également de la prise en compte des ensembles fonctionnels.

4.1.16.2 L'infrastructure

4.1.16.2.1 La stabilité et résistance structurelle

Les ouvrages de génie civil sont conçus avec une exigence de stabilité et de résistance structurelle vis-à-vis des charges de services margées et en tenant compte des sollicitations suivantes :

- séisme :
  - ✓ assurer un confinement statique des secteurs feu et de confinement après séisme ;
  - ✓ maintien de la protection radiologique (épaisseurs des voiles et radiers) après séisme ;
- inondation externe ;
- températures externes et celles générées par les colis à l'intérieur des bâtiments ;
- d'autres agressions telles que la chute d'avion, les chutes de colis ou de charges, l'incendie, l'inondation interne, les actions climatiques extrêmes (vent, foudre, neige, pluie) ;

Vis-à-vis de la chute d'avion, cela amène les dispositions suivantes :

- les locaux techniques intermédiaires abritant des cibles de sûreté disposent spécifiquement d'une coque avion et d'un espace de confinement qui surplombent le local technique à protéger ou d'un liner en acier en sous-face de la toiture du local à protéger. La dalle « coque avion » permet d'annihiler les effets mécaniques liés à un impact d'avion. L'espace de confinement permet de maîtriser l'incendie qui pourrait faire suite à l'intrusion de kérosène sous la coque avion. Dans les locaux munis d'un liner en sous face, les intrusions éventuelles de carburant sont contenues par le liner qui contient les fluides. [redacted]
- des fosses sont également mises en place en pieds d'escaliers et d'ascenseurs, afin de récupérer les éventuelles fuites de kérosène du niveau supérieur au niveau le plus bas, y compris pour les escaliers desservant la salle de conduite centralisée ;
- des joints d'étanchéité qualifiés à un feu de kérosène sont mis en place au niveau des trémies communiquant entre le niveau +12 m et les niveaux inférieurs ;
- des bordures d'une hauteur de 2 cm en forme de pente sont disposées de part et d'autre de toutes les ouvertures permettant le passage de batardeaux « guillotines » ;
- des pentes sont disposées au droit des seuils de porte à l'entrée des locaux suivants :
  - ✓ local mousse incendie niveau +12 m ;
  - ✓ local d'extraction d'air de la ventilation des cellules (C2-C3-C4) au niveau +12 m ;

[redacted]

- les exigences de sûreté nucléaire applicables au gros œuvre concernent également la stabilité, la fonction de support des équipements et la participation au confinement avec les principes suivants :
  - ✓ non interaction (NI) entre blocs ou bâtiments ;
  - ✓ stabilité :
    - stabilité d'ensemble (SE) ;
    - stabilité locale (SL) ;
    - stabilité locale de non effondrement (SLNE).

4.1.16.2.2 La durabilité

La durée d'exploitation envisagée à ce stade des ouvrages est de l'ordre de 75 ans pour le bâtiment nucléaire de surface de surface et d'ordre séculaire pour la tête de la descenderie.

Les exigences vis-à-vis de la durabilité entrainent les dispositions suivantes :

- conception générale des structures permettant de limiter les déformations différentielles générant des fissurations ;
- limitation des différences d'épaisseur entre éléments pour limiter les déformations différentielles dans les zones de changement de section ;
- limitation de la taille des blocs pour limiter les effets des déformations différées du béton sur les ouvrages ;
- matériau béton : formulation du béton adaptée, à la durée de vie et au vieillissement dans les locaux potentiellement soumis aux rayonnements ionisants, aux températures importantes, à la fatigue, et au retrait ;
- dispositions constructives : enrobages, dispositions particulières du ferraillage, ferraillage minimum, ferraillage de peau dans le cas d'enrobages importants, limitation du taux de travail des aciers, diamètre maximal des aciers et espacements des barres, dispositions vis-à-vis des recouvrements des barres ;
- construction : surveillance de l'exécution, contrôles spécifiques à la réception ;
- auscultation et suivi de l'installation en fonctionnement.

4.1.16.2.3 La radioprotection

Les locaux dans lesquels sont traités les colis sont constitués de voiles et dalles suffisamment épais pour assurer la radioprotection. Toutes les traversées, les trémies et les portes en lien avec les cellules contenant des colis sont spécialement conçues pour limiter l'exposition aux rayonnements ionisants et apportent une protection équivalente à celle des murs en béton.

Le dimensionnement requis des épaisseurs de parois béton pour respecter les contraintes de doses est, dans certains cas, couvert par le dimensionnement minimal requis pour leur tenue à d'autres agressions (chute d'avion, séisme), conduisant à des épaisseurs de béton s'étalant entre environ 0,8 mètre à environ 4,2 mètres.

4.1.16.2.4 Le confinement

La participation du génie civil et second œuvre au confinement est prise en compte par :

- la protection contre la contamination par l'agencement de locaux fermés dont les plus contaminants sont localisés au centre de l'ouvrage et qui visent à confiner la contamination à l'intérieur de l'ouvrage ;
- la maîtrise de la fissuration des structures en béton armé par un ferraillage adapté ;
- la conception des joints entre blocs ;
- l'étanchéité des radiers.

Le confinement des locaux abritant des colis doit être garanti quelle que que soit la situation de dimensionnement envisagée.

La participation au confinement au sens du guide des INB du CEA (21), par des critères de contraintes admissibles dans les matériaux en fonction de la classification est la suivante :

- participation au confinement standard (PCS) ;
- participation au confinement améliorée (PCA).

Pour les bâtiments nucléaires de surface, les parois qui le nécessitent ont une exigence « PCA ». Les autres parois sont classées « PCS ».

4.1.16.2.5 L'évolutivité et la flexibilité

Le besoin d'évolutivité et de flexibilité de l'installation nécessite que certaines parties des bâtiments puissent faire l'objet d'une réaffectation selon les évolutions de l'exploitation.

La conception des installations nucléaires de surface prend en compte la possibilité d'un déploiement phasé des ouvrages et l'intégration d'ouvrages supplémentaires. Des mesures conservatoires pour un aménagement des bâtiments en tranches ultérieures comme le bâtiment ETH (cf. Chapitre 4.4.1 du présent volume), l'ouvrage de liaison vers un futur bâtiment EP2 (cf. Chapitre 4.4.2 du présent volume).

4.1.16.3 L'étanchéité et la protection des ouvrages

Pour empêcher l'infiltration d'eau dans le bâtiment nucléaire de surface, des systèmes d'étanchéité sont mis en place afin d'assurer une protection volumétrique au niveau :

- du radier ;
- des voiles ;
- de la toiture ;

L'étanchéité de la partie enterrée du bâtiment nucléaire de surface est assurée par des dispositifs visant à limiter la montée d'eau au plus bas niveau de l'installation et de gérer les éventuelles remontées d'eau. Ces dispositifs ont une visée plus large que le seul ouvrage EP1 puisqu'ils visent à renforcer la protection d'autres ouvrages de la zone descenderie. Ces systèmes à date sont les suivants :

- un ouvrage de protection contre les remontées de la nappe phréatique associé à des drains de gestion des eaux souterraines permettant leur ré-infiltration dans le milieu naturel ;
- un système de drainage associé à des géomembranes pour la protection du bâtiment EP1 (ainsi que la tête de descenderie colis).

4.1.16.3.1 L'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe phréatique et drainages associés

La description de l'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe phréatique et de ses drains est présentée au chapitre 8.7 du présent volume.

4.1.16.3.2 Le système de drainage associé à des géomembranes pour la protection du bâtiment EP1

Les dispositions techniques visant à protéger l'ouvrage contre les remontées d'eaux de la nappe sont les suivantes :

- un drainage périphérique autour des bâtiments EP1, tête de descenderie colis (TDC) et l'ouvrage de liaison entre les deux permet de collecter les eaux d'infiltration et d'assurer le rabattement de la nappe. Positionné en périphérie des bâtiments, ce dispositif a une altimétrie variable de 356,30 NGF à 358 NGF avec des pentes de 0,5 %. Ces drains permettent de gérer les arrivées d'eau d'infiltrations et les éventuelles remontées importantes/exceptionnelles de la nappe ;
- un drainage de protection du bâtiment EP1, de la tête de descenderie et de l'ouvrage de liaison entre les deux. Ce dispositif est associé à un système de double membrane d'étanchéité des sous-faces du bâtiment jusqu'au niveau +359,00 m NGF. Les drains sont localisés entre les deux membranes d'étanchéité ;
- ces deux dispositifs sont complétés par la récupération des eaux pluviales des zones aménagées de la zone descenderie : pour cela, un circuit (EP) achemine les eaux pluviales (voiries et toitures) dans les bassins sud.

Les membranes sont des polymères garantissant l'étanchéité du bâtiment en particulier la partie enterrée susceptible d'être impactée par une remontée de la nappe phréatique. À cette membrane d'étanchéité est associé un dispositif de drainage.

L'assise des radiers est constituée des trois couches suivantes (cf. Figure 4-262) :

- une 1re membrane étanche (géomembrane n° 1) au contact des parois du bâtiment ;
- une forme drainante constituée de matériaux très perméables, exempts de fines, non évolutifs et de drains collecteurs. La forme drainante est située entre les deux membranes ;
- une 2e membrane étanche (géomembrane n° 2) sur toutes les surfaces enterrées en contact avec les terrains encaissants. Cette membrane permet d'assurer la pérennité et la robustesse dans le temps du système d'étanchéité.

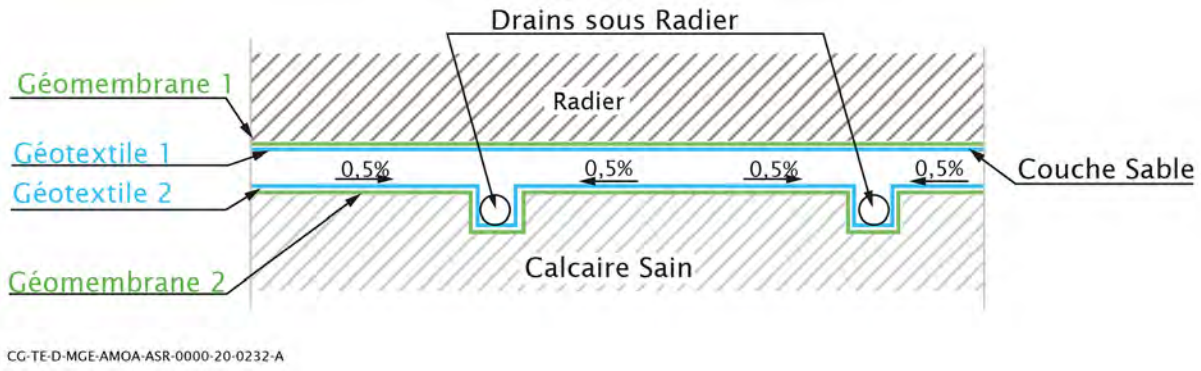


Figure 4-262 *Schéma de principe du système d'étanchéité du bâtiment nucléaire de surface et de drainage sous radiers associé*

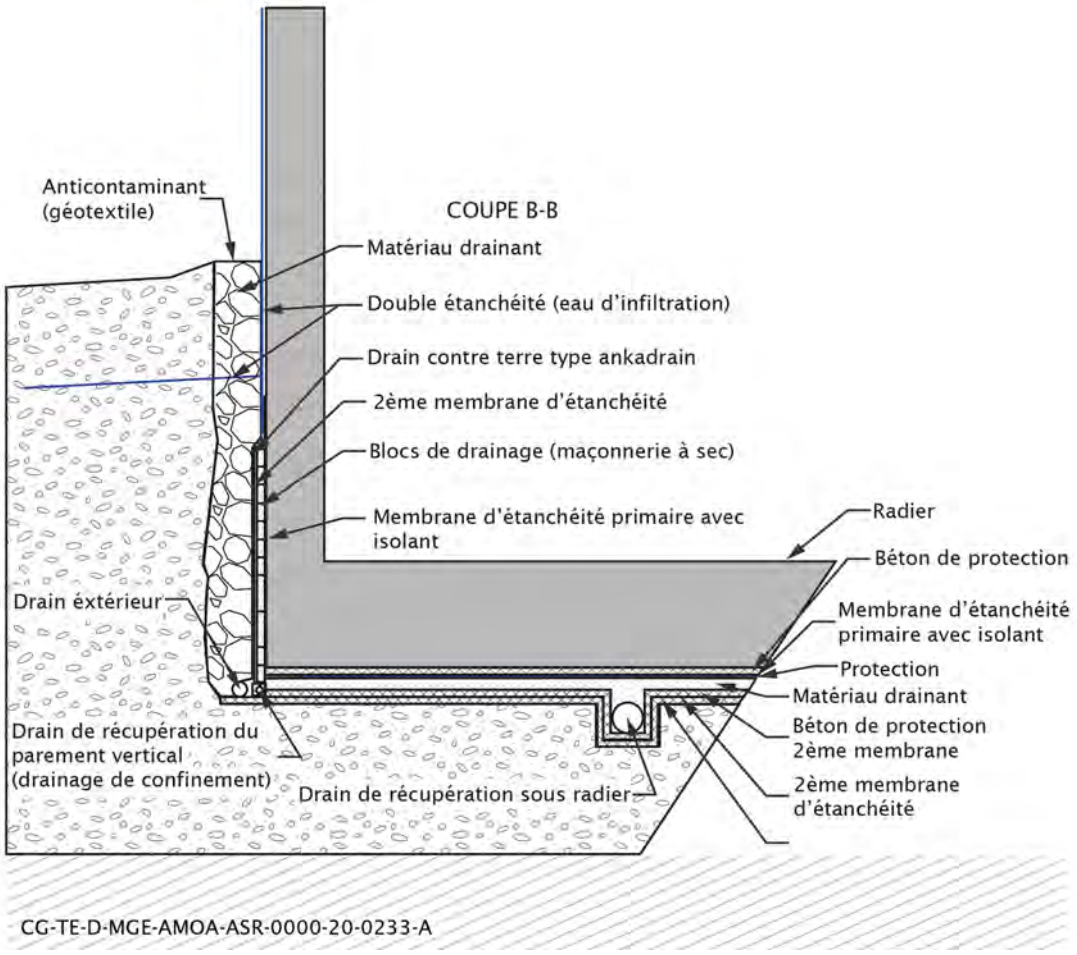


Figure 4-263 *Illustration du système de drainage et d'étanchéité vue en coupe*

4.2 La tête de descenderie colis

4.2.1 Les fonctions d'exploitation

Les principales fonctions d'exploitation de la tête de descenderie colis sont :

- permettre le chargement et le déchargement des hottes sur le funiculaire ;
- réaliser la maintenance du véhicule funiculaire ;
- accueillir la machinerie du funiculaire ;
- réceptionner les hottes, matériels, équipements de maintenance et consommables nécessaires pour l'exploitation ;
- permettre l'extraction d'air de la descenderie colis.

4.2.2 La description du bâtiment de tête de descenderie

La tête de descenderie de l'installation nucléaire de surface, identifiée dans le rectangle en pointillés de la figure 4-264 est localisée à l'est du bâtiment EP1. Elle est raccordée au process du bâtiment EP1 par une galerie de liaison souterraine.

Figure 4-264 Illustration de la localisation de la tête de descenderie

4.2.2.1 La description des niveaux de la tête de descenderie

La tête de descenderie est un ouvrage semi-enterré constitué de blocs de génie civil juxtaposés qui composent l'ouvrage (cf. Figure 4-265) :

- trois blocs de génie civil à l'ouest sur deux niveaux plus un vide pour la coque avion à l'aplomb du bloc de la gare haute du funiculaire ;
- trois blocs de génie civil à l'est sur trois niveaux.

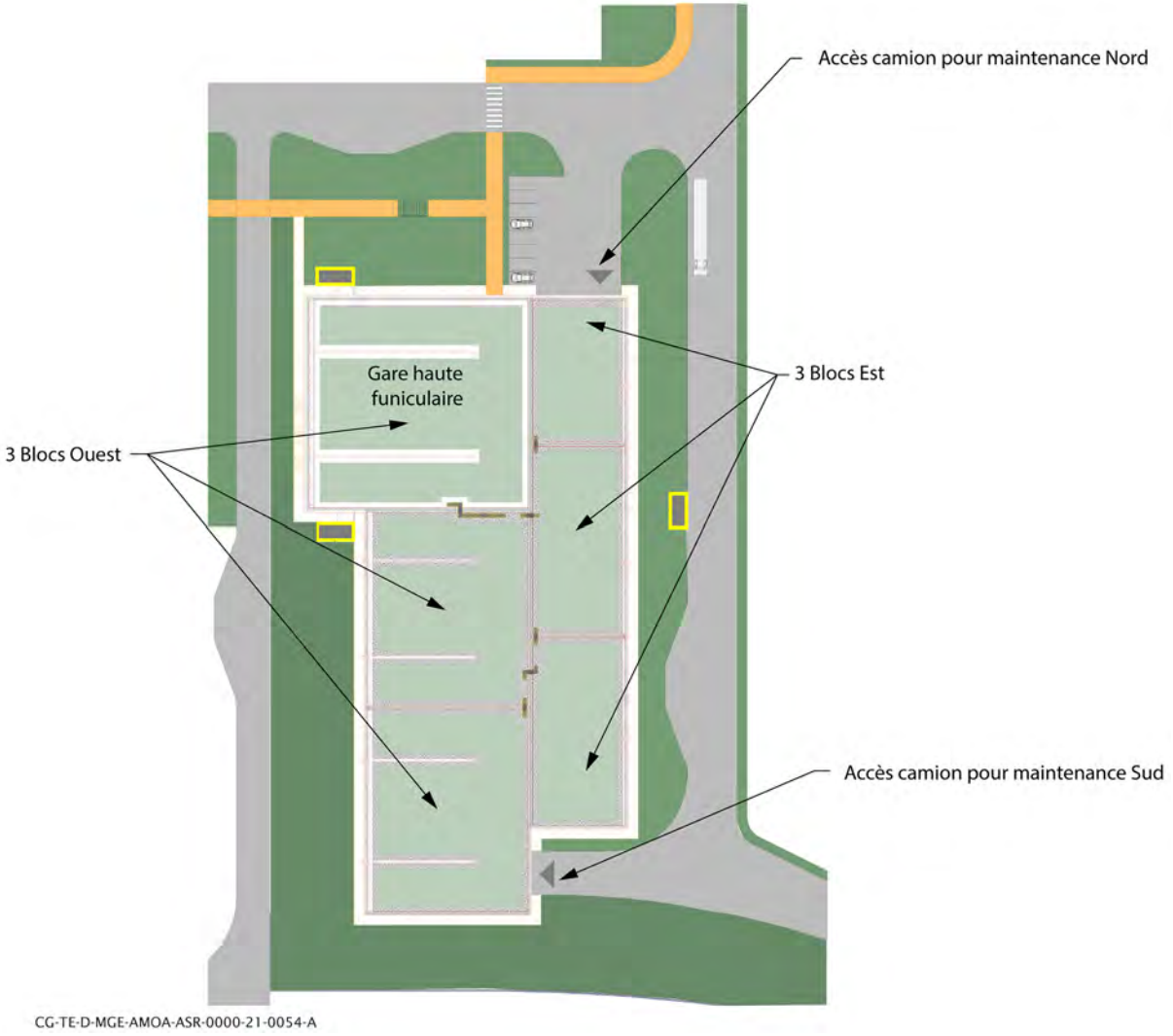


Figure 4-265 Illustration des blocs de génie civil constitutifs de la tête de descenderie

L'ouvrage de liaison du bâtiment nucléaire de surface relie le bâtiment EP1 jusqu'à l'ouest de la gare haute du funiculaire. Un ouvrage de liaison de petite dimension à l'est de la gare haute est construit pour permettre le raccordement en tranche ultérieure du bâtiment nucléaire de surface EP2.

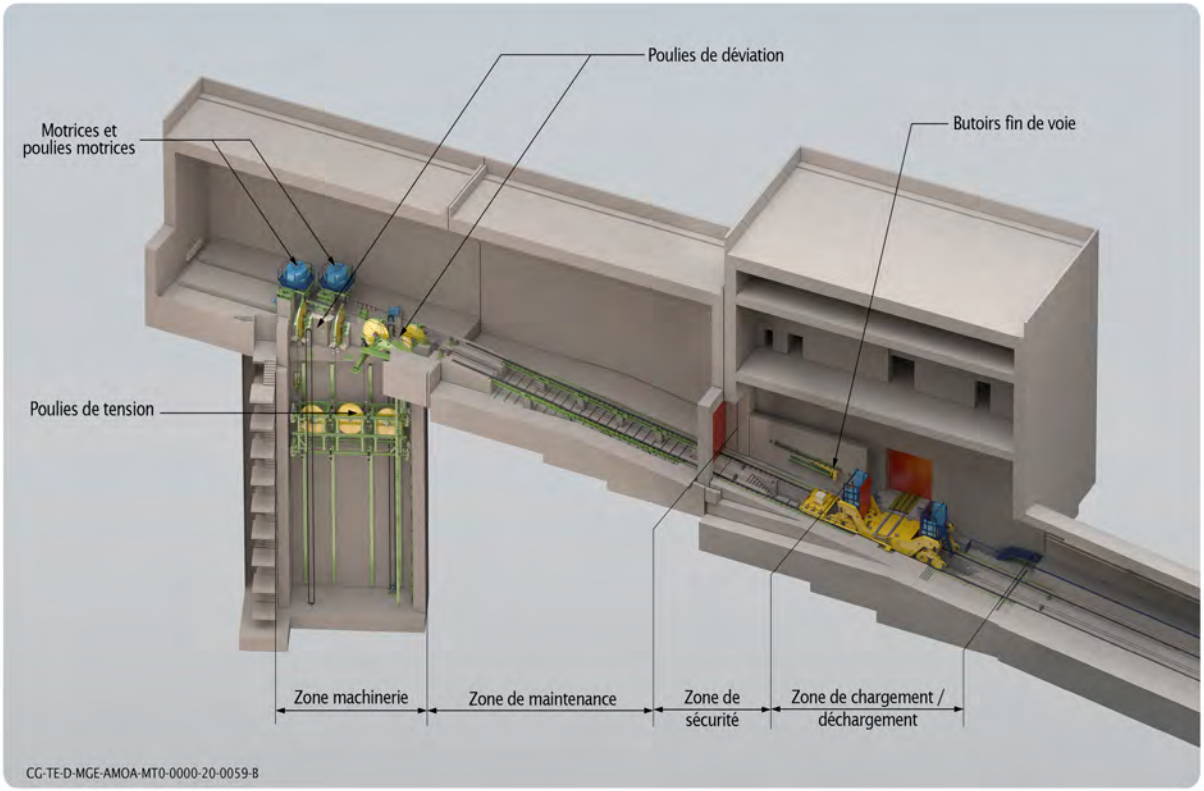


Figure 4-266 illustration en coupe de la tête de descenderie du funiculaire

La Figure 4-267 présente et localise les activités dans la tête de descenderie colis par niveaux :

Niveau à environ +0 m :

- repère n° 1 : la gare haute qui permet le déchargement et le chargement des hottes sur le funiculaire.

Niveau à environ +5 m (à l'ouest) et +6 m (à l'est) :

- repère n° 2 : locaux de maintenance et machinerie du funiculaire, accès camion sud ;
- repère n° 3 : locaux ateliers et de stockage dédiés au funiculaire ;
- repère n° 4 : locaux électriques.

Niveau à environ +12 m :

- repère n° 5 : locaux électriques dédiés funiculaire ;
- repère n° 6 : locaux de ventilation ;
- repère n° 7 : accès camion nord.

Au niveau +0 m, (repère 1) les locaux sont dédiés à la circulation des hottes et la station de chargement sur le funiculaire.

Entre le niveau +0 m et +6 m , dans la continuité de la pente du funiculaire le local abrite la machinerie du funiculaire (repère 2), des locaux de soutien logistique pour la maintenance (repères 3) ainsi que des locaux électriques et de contrôle commande (repère 4) .

Au niveau +12 m, on trouve principalement des locaux techniques électriques pour le fonctionnement du funiculaire (repère 5), quelques locaux pour la ventilation NC et C1 (repère 6) ainsi qu'un accès spécifique pour convoi routier qui est aménagé au sud de la tête de descenderie, au niveau +5,18 m, d'acheminer des pièces lourdes pour les interventions de maintenance du funiculaire.

Quelques locaux transverses complètent l'aménagement de la tête de descenderie (local technique de production de mousse d'extinction incendie, local technique de stockage d'effluents incendie, des bureaux, des vestiaires ainsi qu'un hall d'accès de camion pour les livraisons de petites fournitures), non détaillé sur les schémas.

Figure 4-267 Vue en plan des niveaux de la tête de descenderie

4.2.2.2 La description de la tête de descenderie colis

4.2.2.2.1 Les fonctionnalités de la tête de descenderie colis

Les fonctions principales de la tête de descenderie colis sont :

- de charger le funiculaire ;
- de décharger le funiculaire ;
- de permettre le transfert des hottes pleines vers les ouvrages souterrains ;
- de permettre le transfert des hottes vides vers le bâtiment nucléaire de surface.

4.2.2.2.2 Les caractéristiques techniques de la tête de descenderie colis

Tableau 4-34 Caractéristiques techniques de la zone

Type de local	Classe de confinement	Zonage radiologique
Sas de gare haute et gare haute	C1	Zone contrôlée Verte ou jaune à proximité d'une hotte pleine
Locaux maintenance funiculaire et machinerie	C1	Zone surveillée bleue
Autres locaux	NC	Zone surveillée bleue ou non règlementée

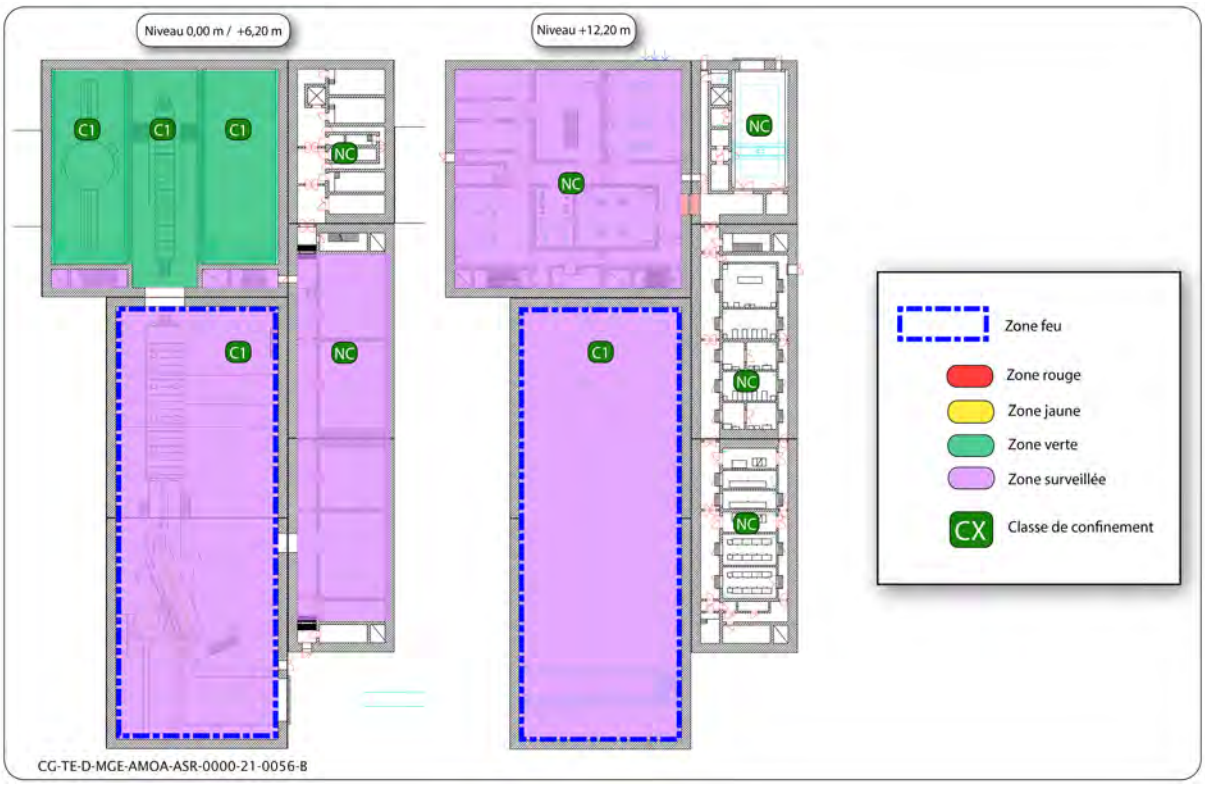


Figure 4-268 Caractéristiques techniques de la gare haute en tête de descenderie

4.2.3 La description des locaux de la tête de descenderie

Ce chapitre décrit les locaux ainsi que les équipements de soutien de la tête de descenderie colis. Le funiculaire ainsi que son fonctionnement sont décrits au chapitre 5 du présent volume.

4.2.3.1 Le sas et la gare haute du funiculaire

Le chargement et le déchargement des hottes se déroule dans deux locaux :

- le sas de la gare haute ;
- la gare haute.

Le sas de la gare haute permet les permutations de hottes entrantes et sortantes, il assure en outre une séparation aéraulique avec le bâtiment EP1.

La gare haute est le lieu d'arrêt du véhicule du funiculaire en face des emplacements d'amenée et d'évacuation des hottes par les navettes de surface.

Le sas de la gare haute comprend :

- une table tournante et des voies de roulement pour les navettes ;
- un pont roulant de maintenance.

La gare haute comprend une fosse de maintenance sous la zone de chargement/déchargement des hottes.

4.2.3.1.1 La table tournante de navette

La table tournante de la navette est implantée dans le sas de la gare haute au niveau +0 m.

Cette table permet de réaliser les croisements de hottes lors des phases de chargement et de déchargement afin de minimiser les temps de transfert. Les séquences de fonctionnement sont présentées chapitre 4.2.4 du présent volume.

La structure mobile de la table est un assemblage mécano-soudé. La structure est dimensionnée pour reprendre les charges du poids propre de la table ainsi que celui de la charge roulante la plus lourde (navette + hotte) lors d'un séisme.

Le guidage en rotation de la table est assuré par une couronne à billes. Une seconde couronne est installée en cas de blocage de la couronne de fonctionnement normal afin de pouvoir finir le mouvement de la table tournante et ainsi évacuer la hotte posée au-dessus.

L'entraînement de la table est effectué *via* une chaîne entrainée par un motoréducteur. Le motoréducteur est équipé d'un système de freinage capable de maintenir la table en position en cas d'arrêt d'urgence. En cas de panne, un embrayage permet de libérer la rotation de la table et un dispositif de remorquage permet de finir le mouvement.

4.2.3.1.2 Le pont roulant de maintenance du sas de gare haute

Un pont de 15 tonnes couvre le sas de la gare haute. C'est un pont de catégorie « standard ». Il se compose de deux sommiers et de deux poutres de roulement dont l'une porte les armoires électriques et une passerelle d'accès (cf. Figure 4-269). Le déplacement est assuré par quatre galets libres et quatre motorisés côté passerelle.

Le chariot est mû par deux galets motorisés et deux libres.

Le levage comprend une chaîne cinématique simple comprenant un tambour, un réducteur, un moteur frein intégré, un ensemble de poulies de renvoi, un palonnier d'équilibrage, et un crochet de manutention. Le mouflage est de type 4/2.

Des butées anti-soulèvement sont implantées au niveau des sommiers et du chariot pour garantir la tenue du pont en cas de séisme.

Sa fonction est de permettre la maintenance :

- de la navette de surface et de chargement des hottes ;
- de la table tournante du sas d'accès à la descenderie.

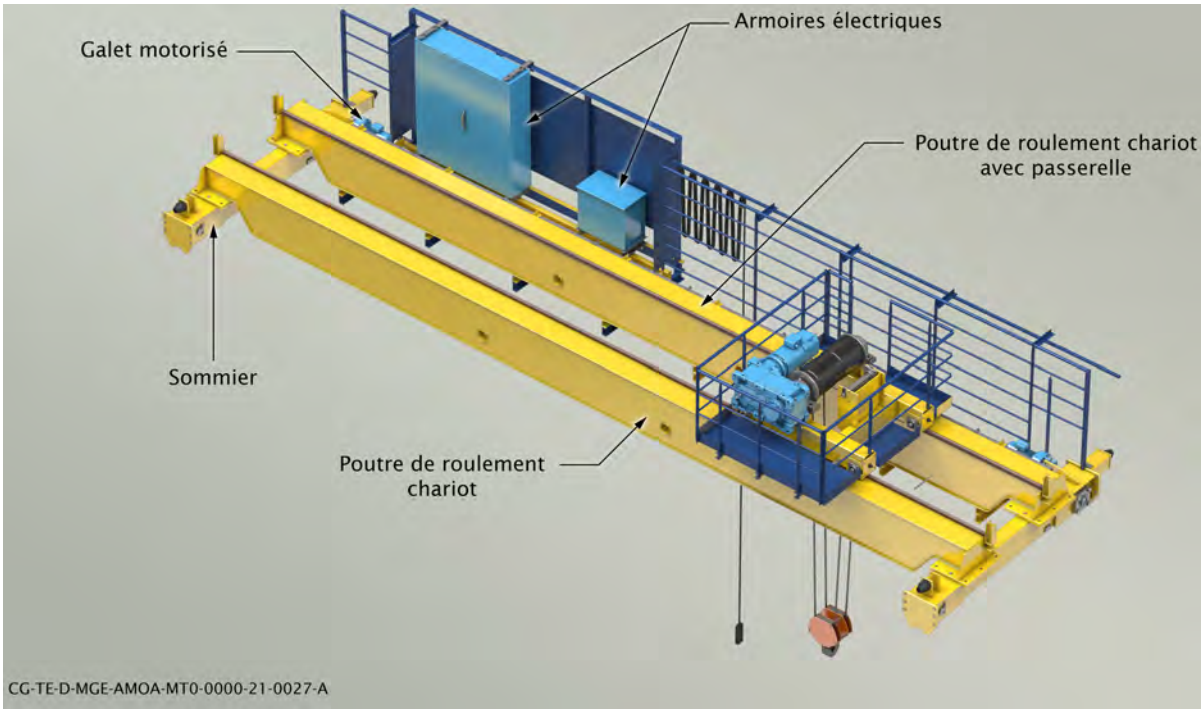


Figure 4-269 *Illustration du pont de maintenance de la table de chargement dans le sas de la gare haute*

Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- CMU : 15 tonnes ;
- portée : 12 mètres environ.

4.2.3.1.3 La fosse de maintenance

Une fosse de visite est aménagée sous la zone de chargement/déchargement des hottes en gare haute. Elle permet de réaliser des opérations de maintenance préventive en l'absence de hotte chargée, par exemple le contrôle visuel du véhicule, le contrôle des butoirs. Un poste de conduite local associé permet de réaliser les mouvements des composants (véhicule, butées) associés à ces vérifications.

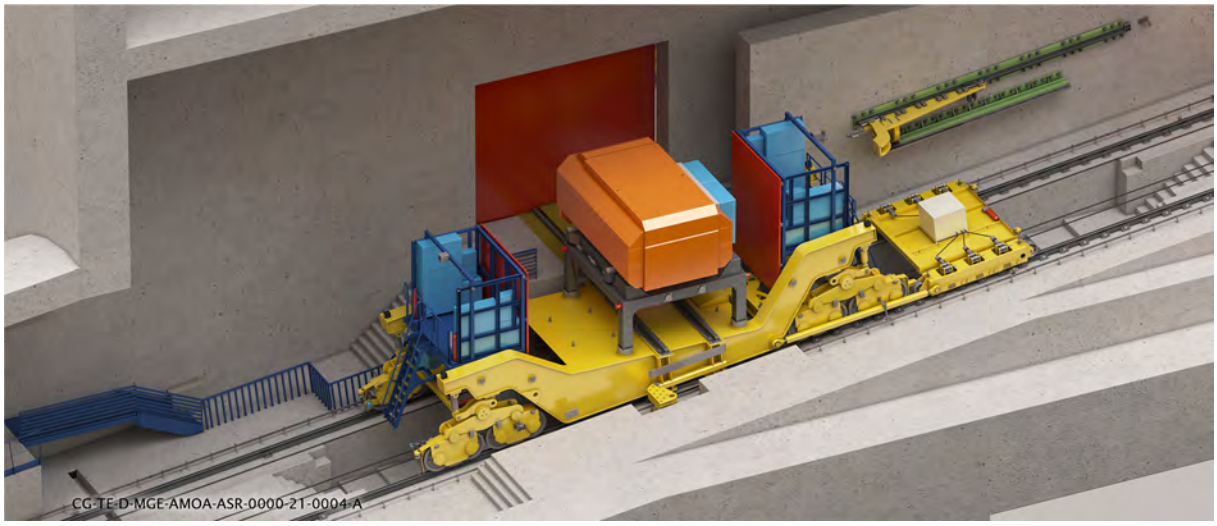


Figure 4-270 *Illustration du funiculaire en gare haute, vue de la fosse de visite sous le funiculaire*

4.2.3.2 La zone de maintenance du funiculaire

La zone de maintenance est située au niveau +5 m de la tête de descenderie.

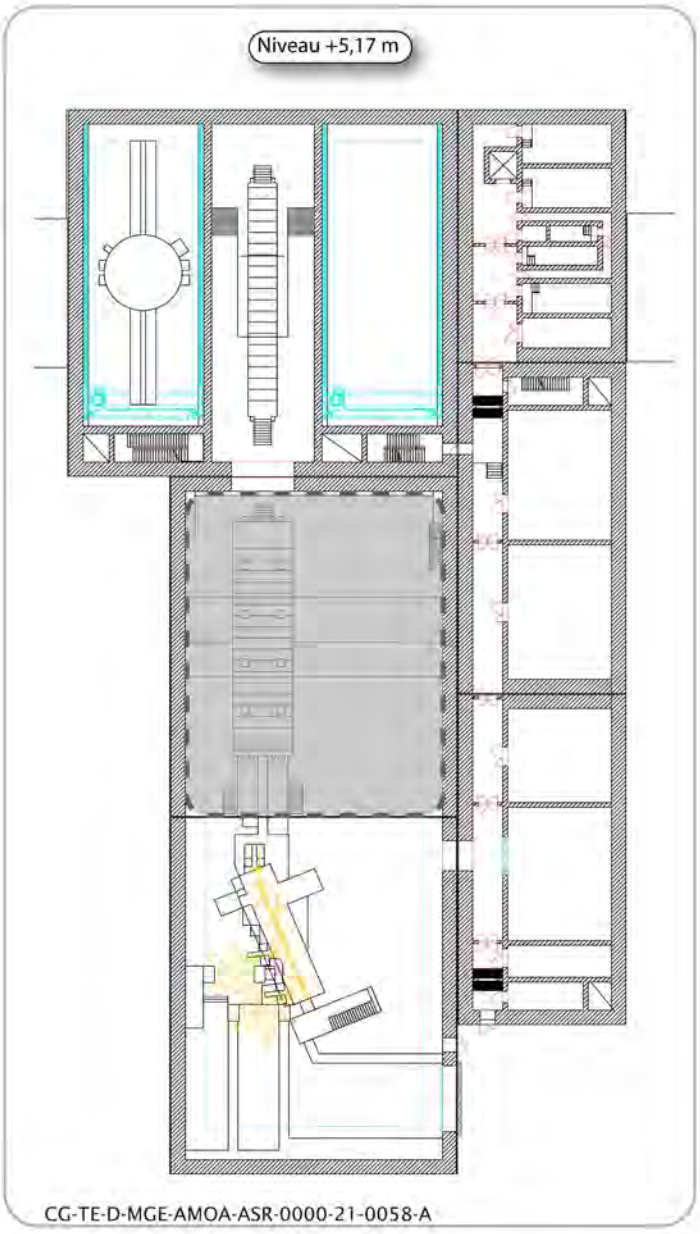


Figure 4-271 *Illustration de la localisation de la zone de maintenance dans la tête de descenderie*

Cette zone est prévue pour les opérations d'entretien hors période d'exploitation et comporte une fosse de visite et un poste de conduite local (PCL) pour piloter de visu le déplacement du véhicule du funiculaire.

Cette zone permet aussi le stockage des composants et matériels lourds de maintenance, notamment le chariot de maintenance.

Cette zone comprend les moyens de maintenance suivants :

- un chariot de maintenance ;
- un pont roulant de 130 tonnes.

4.2.3.2.1 Le chariot de maintenance

Le chariot de maintenance est utilisé pour des opérations de maintenance et de manutention sur la voie et dans la gare basse. Lorsqu'il n'est pas utilisé, il est entreposé dans la zone de maintenance.

Le chariot est modulable du fait de sa conception et permet de transporter le matériel de voierie (rails, fixations de rails, galets etc.) et aussi le matériel de la gare basse (poulies, bananes de déviation, châssis poulie, etc.).

Le chariot est accroché en aval du véhicule funiculaire et roule sur les voies du véhicule funiculaire.

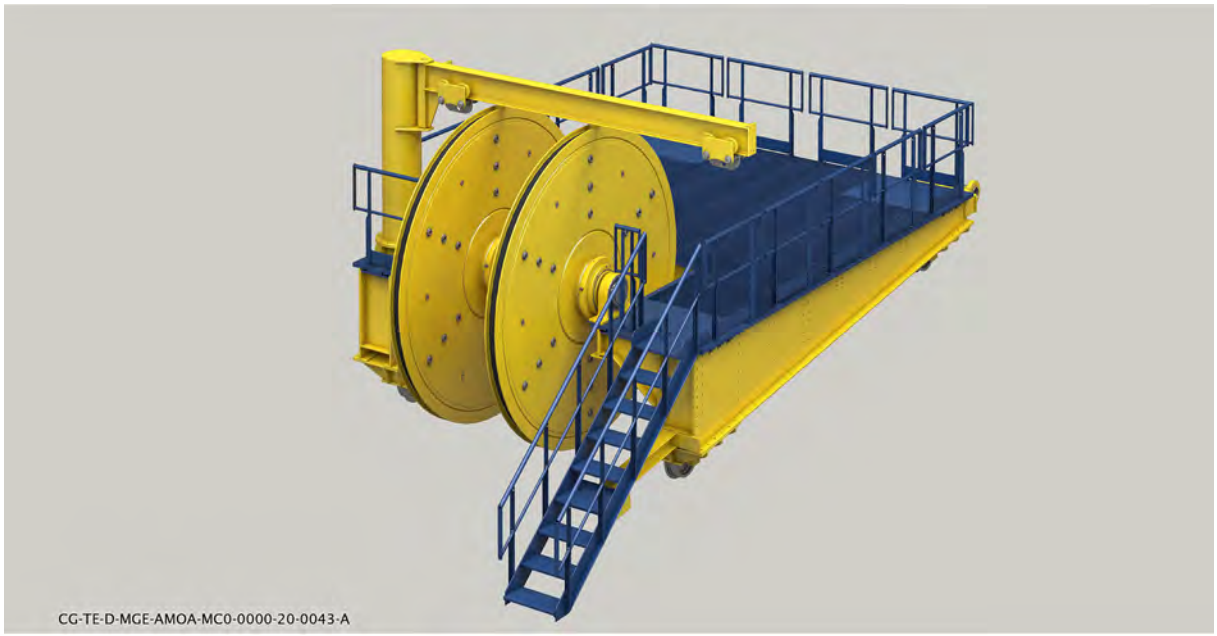


Figure 4-272 *Illustration du chariot de maintenance du funiculaire en fonction maintenance porteur de deux poulies*

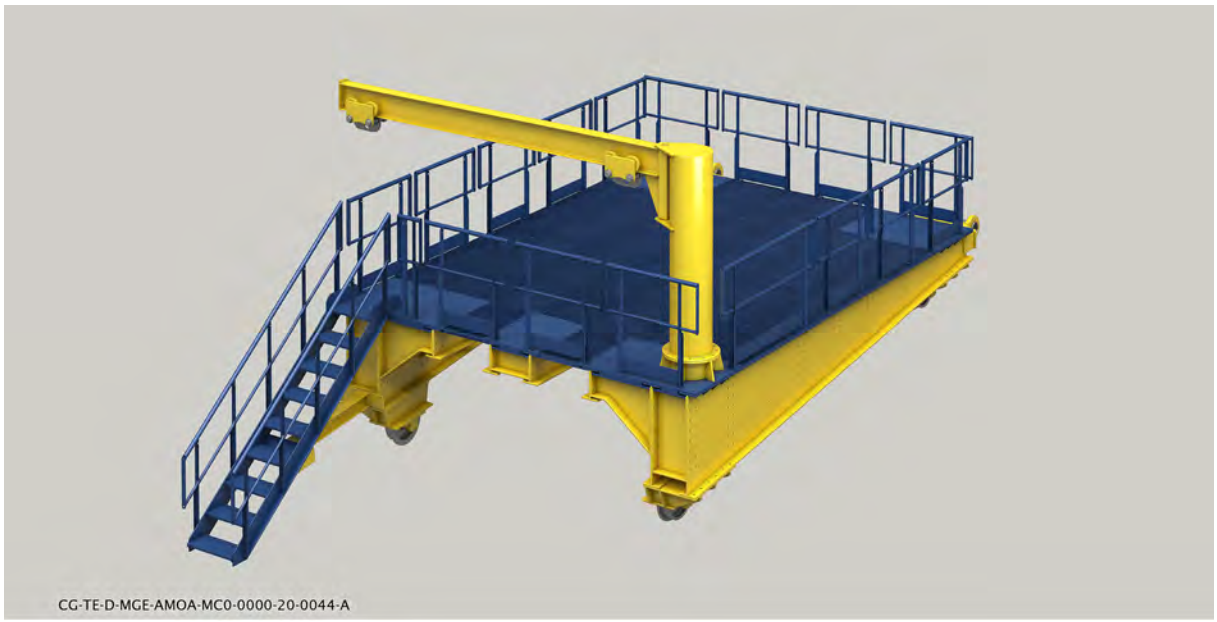


Figure 4-273 *Illustration du chariot de maintenance du funiculaire en fonction maintenance sans poulie*

4.2.3.2.2 Le pont roulant de 130 tonnes

Le pont roulant de 130 tonnes couvre l'ensemble de la zone de maintenance de funiculaire et de sa machinerie. C'est un pont de catégorie « standard » avec des dispositions constructives particulières. Il se compose de quatre sommiers reliés deux par deux par un bras de liaison et de deux poutres de roulement dont l'une porte les armoires électriques et une passerelle d'accès. Le déplacement est assuré par quatre galets libres et quatre motorisés côté passerelle (cf. Figure 4-274).

Le chariot est mû par deux galets motorisés et deux libres.

Le levage comprend une chaîne cinématique simple comprenant un tambour, un réducteur, un moteur frein intégré, un ensemble de poulies de renvoi, un palonnier d'équilibrage, et un crochet de manutention. Le mouflage est de type 12/2.

Des butées anti-soulèvement sont implantées au niveau des sommiers et du chariot pour garantir la tenue du pont en cas de séisme.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- CMU : 130 tonnes ; et palan supplémentaire de 5 tonnes sur le même chariot ;
- portée : environ 25 mètres ;
- commande manuelle par boite à boutons.

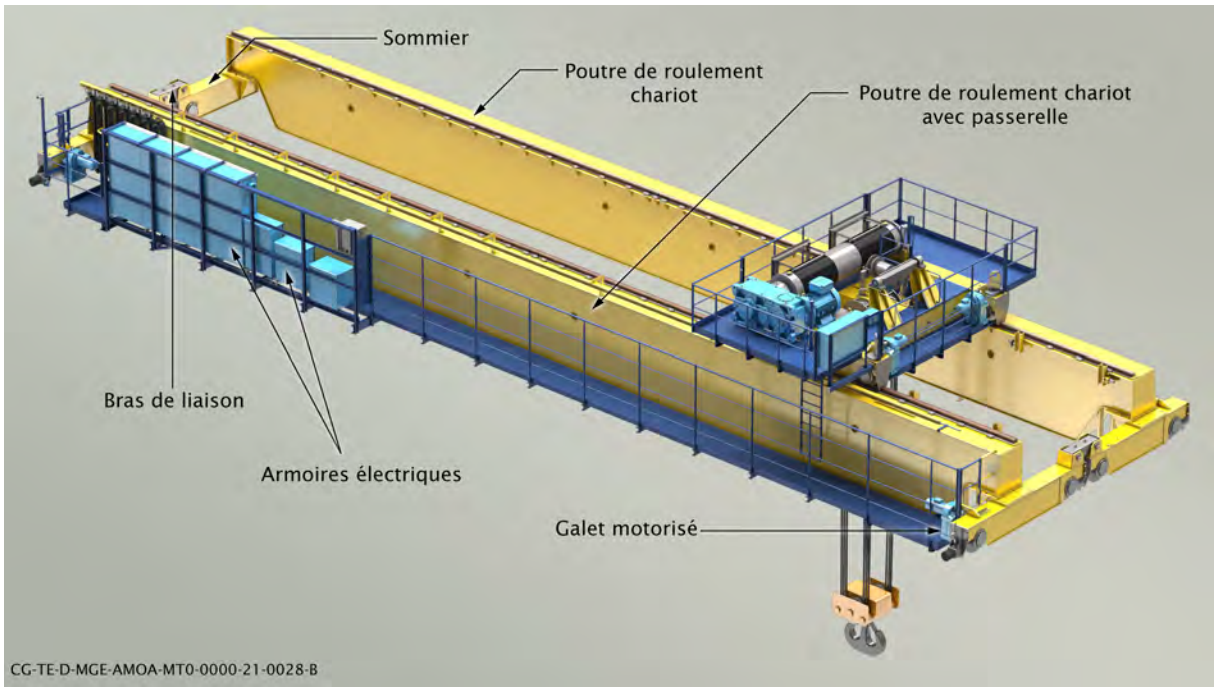


Figure 4-274 Illustration du pont roulant de la zone de maintenance du funiculaire

4.2.3.3 La zone de machinerie

La machinerie est localisée à environ +5 m au niveau de la tête de descenderie colis, en léger décaissé par rapport au niveau du bloc atelier à environ +6 m.

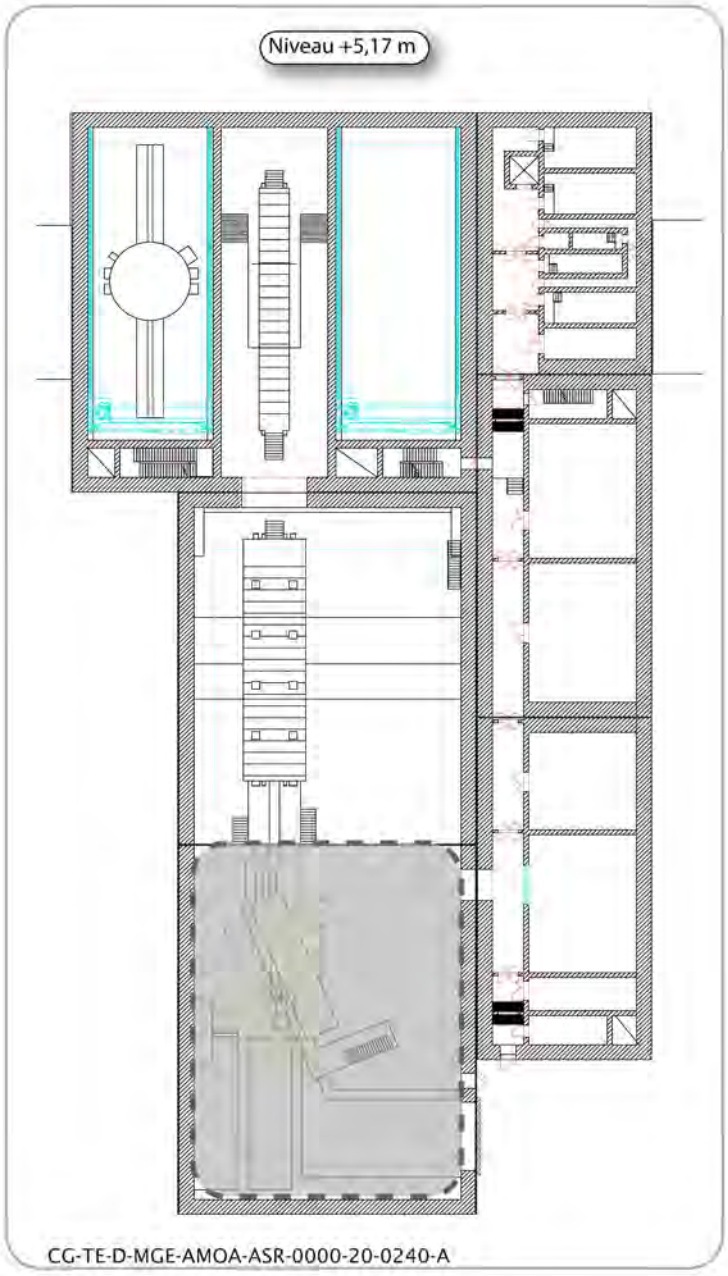


Figure 4-275 *Illustration de la localisation de la zone de machinerie funiculaire du bâtiment tête de descenderie (niveau +5 m)*

La zone de machinerie funiculaire est localisée au sud de la tête de descenderie, elle dispose d'une porte « personnel » ainsi que d'une porte type hangar de grandes dimensions pour l'accès pour l'arrivée des véhicules routiers avec leur remorque directement au niveau +5 m, lequel est affleurant au niveau de la dalle de la machinerie.

Les opérations effectuées dans la zone sont les suivantes :

- l'acheminement des équipements du funiculaire ;
- la manutention des équipements funiculaire ;
- la dépose intermédiaire des équipements du funiculaire pendant les phases de maintenance.

Cette zone comporte les machineries qui entraînent le véhicule ainsi que le système de tension du câble qui sont décrits au chapitre 5.2.3.1 du présent volume.

4.2.3.4 Les locaux ateliers et stockage

Les locaux ateliers et stockage sont situés à proximité de la zone machinerie. Ils permettent de stocker les pièces nécessaires au remplacement et à l'entretien des sous-ensembles mécaniques du funiculaire (galets, pièce de réparation du câble, chariots de freins FAU, éléments des motrices, etc.) suivant les dimensions et poids des pièces stockées.

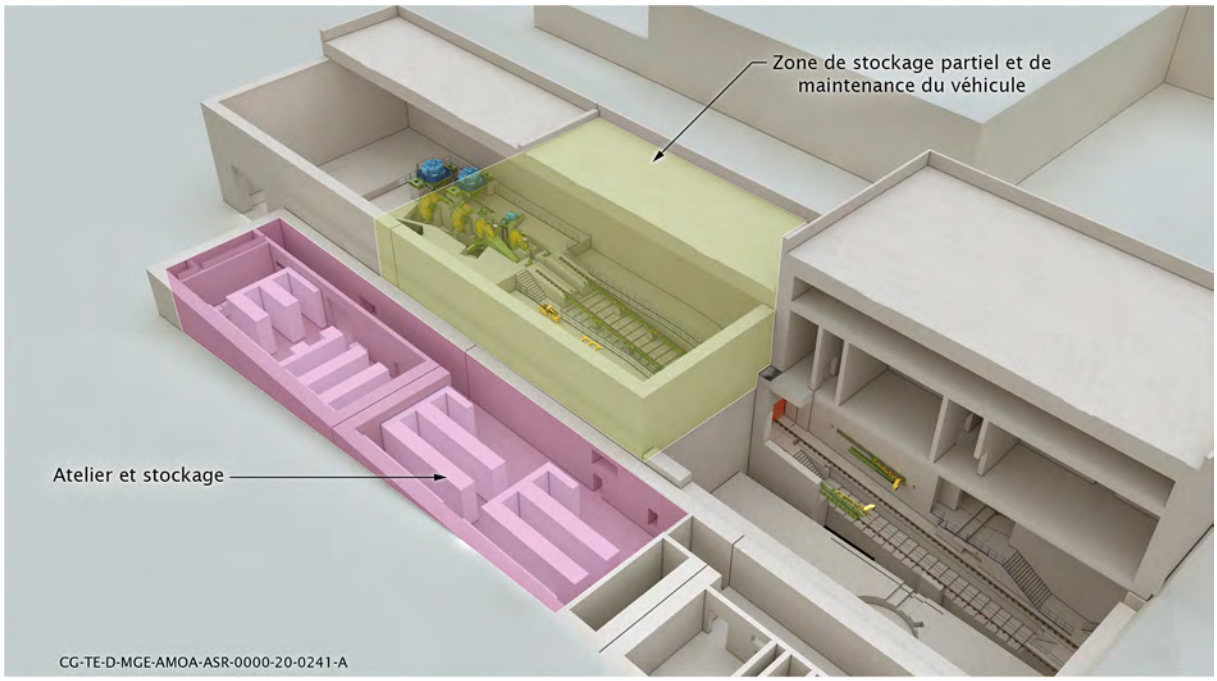


Figure 4-276 *Illustration de la zone amont de la tête de descenderie colis (atelier, zone de maintenance, zone de stockage)*

4.2.3.5 Les portes de circulation process de la tête de descenderie

La tête de descenderie des colis comprend différentes portes permettant la circulation du chariot de transfert de la hotte, du funiculaire ou du camion pour l'acheminement des pièces de rechange pour la maintenance. Les différentes portes process au niveau +0 m sont identifiées sur la figure 4-277.

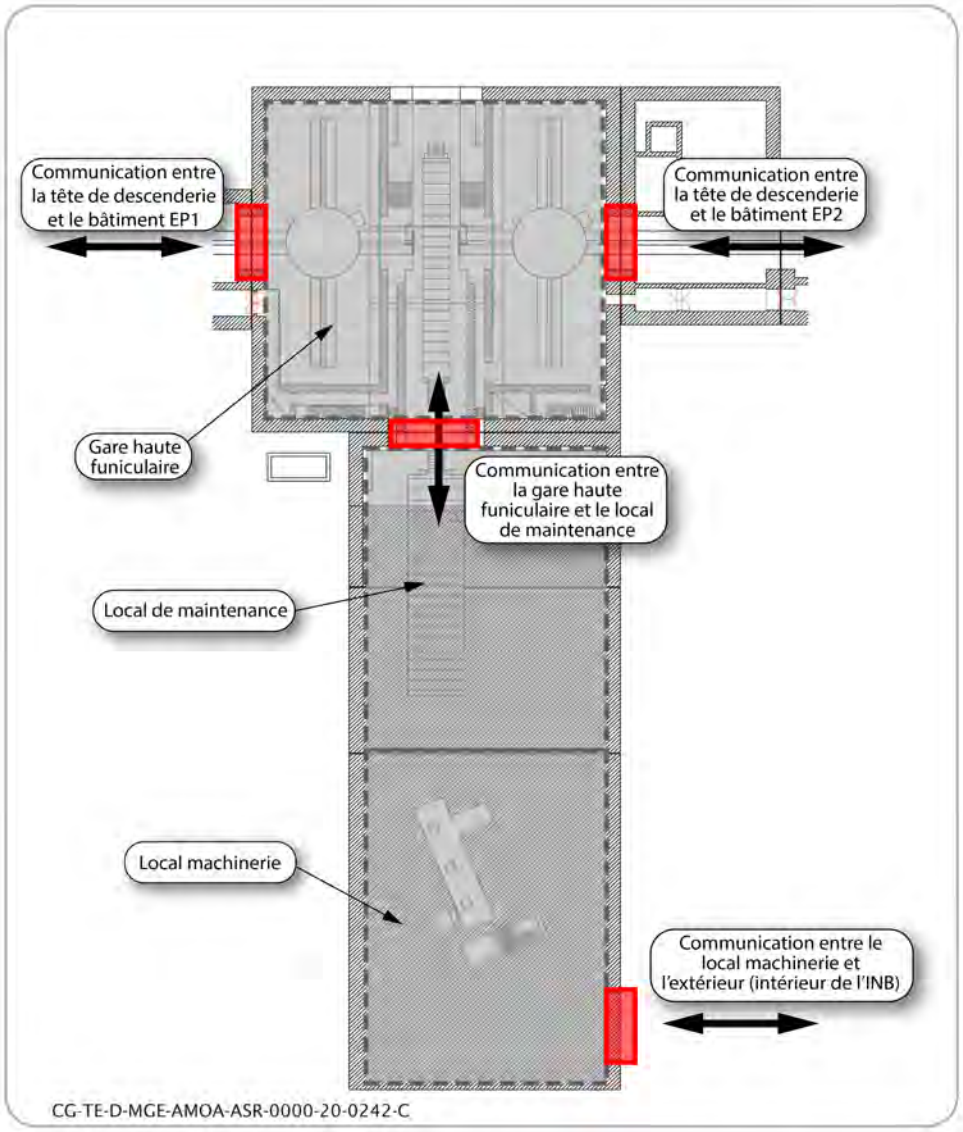


Figure 4-277 *Illustration de la localisation des portes au niveau +0 dans la tête de descenderie colis*

Les deux portes de communication entre la gare haute et le bâtiment EP1 et vers le local de raccordement du futur ouvrage de liaison vers le bâtiment EP2 sont de conceptions identiques aux portes décrites aux chapitres 4.1.4.4.10 du présent volume.

La porte donnant sur l'extérieur depuis le local machinerie permet de laisser entrer un tracteur de camion afin de décharger des composants lourds pour la réalisation d'opérations de maintenance sur la machinerie de funiculaire ou du funiculaire. Cette porte est de conception standardisée avec des requis d'étanchéité au vent et à la pluie.

La porte entre la gare haute et la zone de maintenance du funiculaire est de conception spécifique :

- elle permet le passage d'un véhicule du funiculaire chargé d'une hotte ou d'un robot ;
- elle permet de prévenir le risque d'une agression sur une hotte de transfert HA ou MA-VL.

La porte a la particularité d'avoir des orifices en partie basse pour permettre des continuités fonctionnelles liées au funiculaire afin de permettre le passage des éléments suivants (cf. Figure 4-278) :

- le dispositif de traction du véhicule de funiculaire réalisé par quatre câbles (2 × aller + 2 × retour) ;
- les rails de roulement du véhicule de funiculaire ;
- un rail électrique basse tension de communication (rail frotteur CFI).

Figure 4-278 *Illustration des orifices de passage des éléments de continuité fonctionnelle de la porte séparant la gare haute et la zone de maintenance du funiculaire*

Figure 4-279 *Illustration de la porte – côté zone de maintenance du funiculaire*

La porte est mue par un système de guillotine actionné par un treuil *via* un double câble et double système de poulies de renvoi et un treuil au niveau du sol pour en faciliter sa maintenance.

4.2.3.6 Le sas camion de la tête de descenderie

4.2.3.6.1 La localisation et principales caractéristiques

Le sas camion de la tête de descenderie pour l'acheminement du matériel se situe au niveau +12 m du bâtiment tête de descenderie.

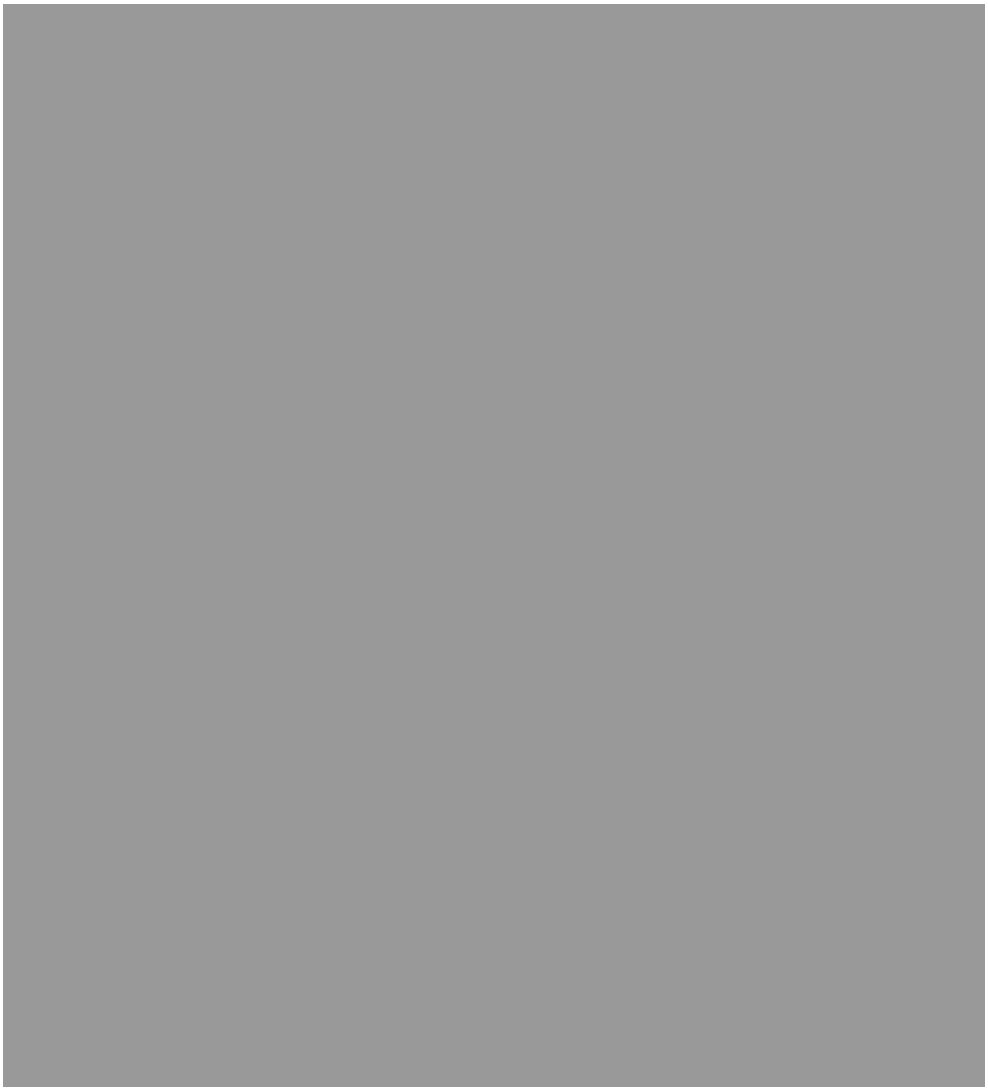


Figure 4-280 Illustration de la localisation du sas camion de la tête de descenderie colis

Un sas camion localisé au nord de la tête de descenderie colis dispose d'un accès sur l'extérieur. Celui-ci donne accès à une zone de bureaux, d'un accès à un magasin froid, d'un accès en zone contrôlée et d'un accès en zone conventionnelle.

L'acheminement des équipements se fait par engin routier d'une CMU n'excédant pas 25 tonnes.

Les activités envisagées dans le sas

Les opérations effectuées dans le sas camion sont l'acheminement et la manutention des matériels et consommables.

4.2.4 Le fonctionnement de la tête de descenderie

La première séquence de fonctionnement décrite ci-après suppose un cycle établi comprenant une hotte ayant déjà été descendue et déchargée en alvéole laquelle remonte à vide. Cela correspond au fonctionnement normal en cycle établi et permet de visualiser la séquence fonctionnelle de phase de croisement entre une hotte vide qui remonte et une hotte pleine en attente de descendre.

4.2.4.1 Le déchargement du funiculaire

Les opérations de déchargement du funiculaire sont illustrées sur la figure 4-281.

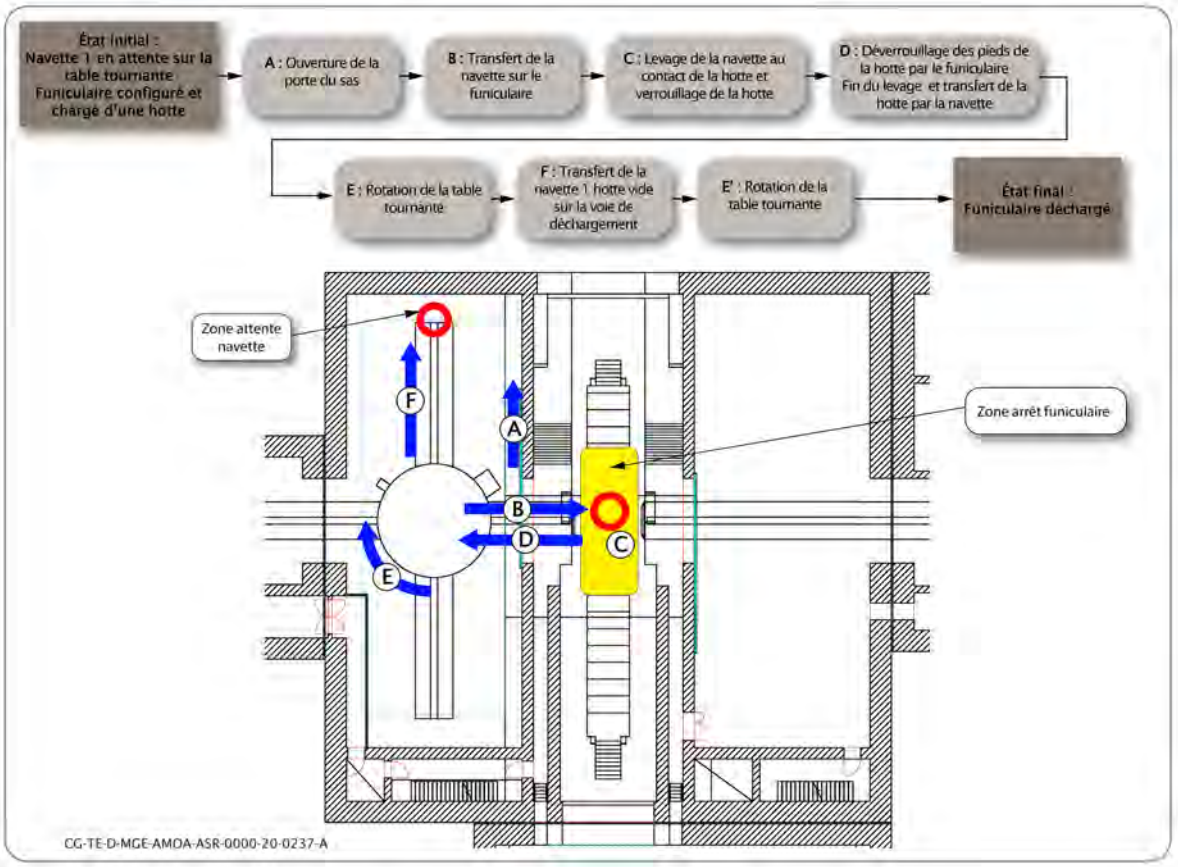


Figure 4-281 Schématisation du process de déchargement du funiculaire

Le funiculaire est arrêté face au quai de déchargement/chargement avec une hotte vide.

La porte de la tête de descenderie est ouverte (le protecteur de quai s'ouvre simultanément (cf. Figure 4-284), la navette en attente sur la table tournante est transférée sur le funiculaire pour la prise en charge de la hotte vide. L'ensemble navette + hotte vide est ensuite transféré en zone d'attente sur le tronçon de dérivation nord.

La table se réaligne sur l'axe de l'ouvrage de liaison d'EP1 pour préparer le chargement du funiculaire avec une hotte pleine.

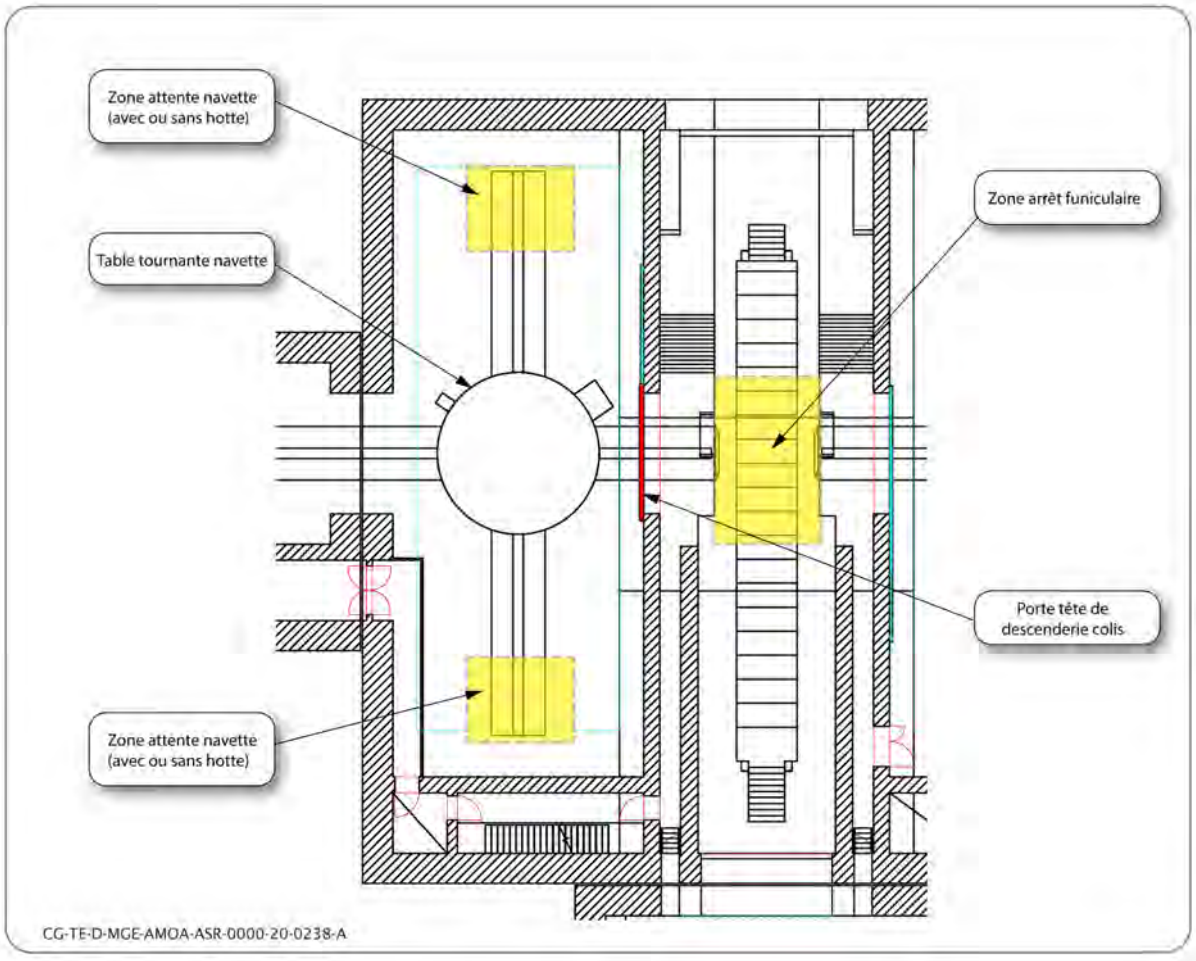


Figure 4-282 *Illustration de la localisation des zones d'attente en dérivation et de la position d'arrêt du funiculaire pour le chargement et déchargement des hottes*

4.2.4.2 Le chargement du funiculaire

La navette chargée d'une hotte pleine en attente dans l'ouvrage de liaison se déplace sur le funiculaire pour déposer la hotte. Après verrouillage des pieds de la hotte par le funiculaire, la navette se désolidarise de la hotte et revient sur la table tournante de navette. La porte de la tête de descenderie est alors refermée (le protecteur de quai est refermé simultanément) permettant le départ du funiculaire.

La navette vide est placée sur la dérivation sud en position d'attente jusqu'au cycle suivant pour décharger la hotte vide suivante.

La navette chargée d'une hotte vide sur la dérivation nord est transférée sur la table tournante puis après rotation de la table tournante, la navette est dirigée vers le parc à hottes en utilisant l'ouvrage de liaison vers EP1.

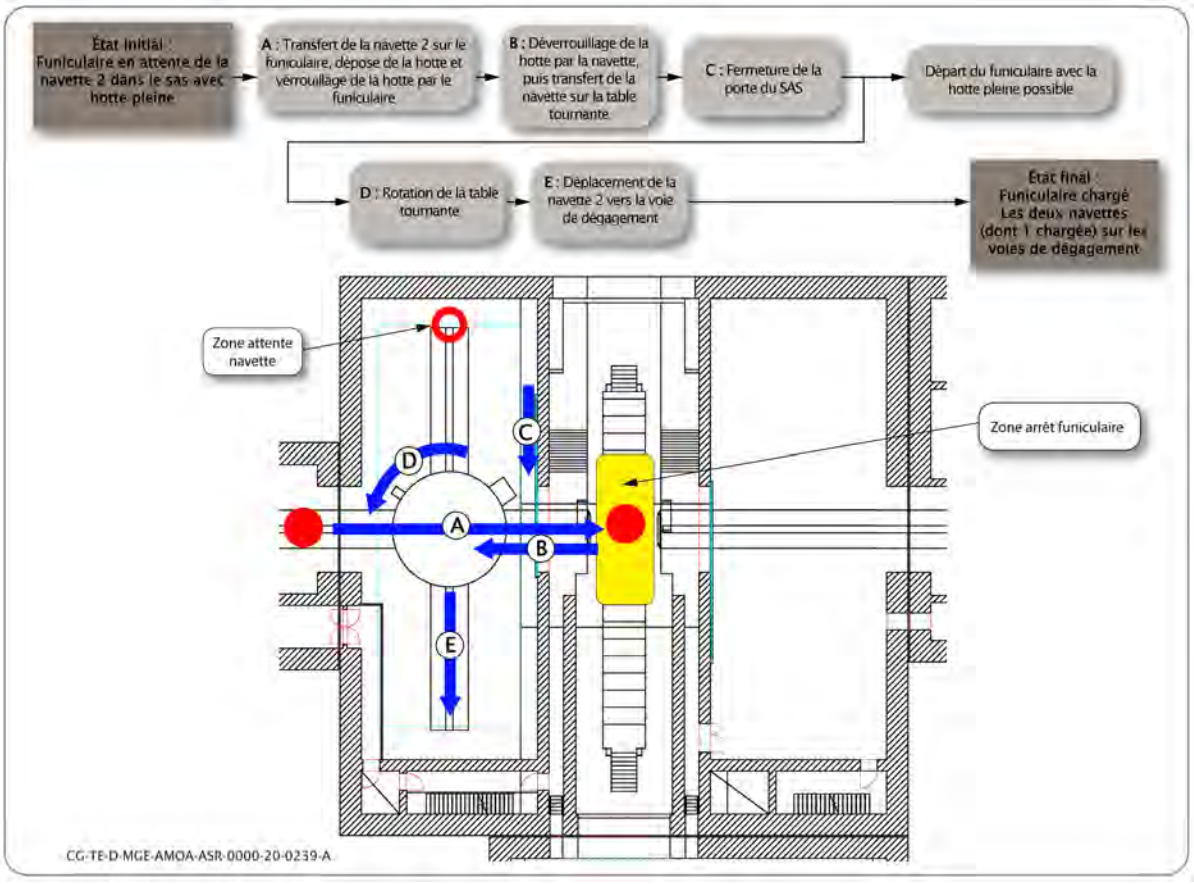


Figure 4-283 Schématisation du process de chargement du funiculaire

4.2.4.3 Les conditions de fonctionnement

4.2.4.3.1 Les conditions initiales

Afin de pouvoir lancer la séquence de chargement du funiculaire ou de poursuivre n'importe quelle séquence nécessitant au préalable une validation, les conditions suivantes doivent être respectées :

- toutes les alarmes de niveau médian, élevé ou critique ayant un impact sur la cellule doivent avoir été soldées ;
- les ventilateurs de soufflage et d'extraction de la tête de descenderie et du bâtiment EP1 sont en état de marche et produisent le débit requis ;
- l'absence de personnel au niveau de la tête de descenderie colis doit avoir été vérifié (fonctionnement en espace clos).

4.2.4.3.2 Les conditions permanentes

- l'ensemble des alarmes de niveau médian, élevé ou critique doivent être traitées par l'opérateur en charge de la zone ;
- le process est mis en pause sur détection incendie (ou défaut) dans la zone ou le secteur feu considéré.

Pilotage

Les opérations sont réalisées depuis la salle de conduite centralisée (SCC).

Principes d'exploitation

Les opérations suivent les grands principes suivants :

- interlockage des portes du sas de ventilation (repère 1 en violet) ;
- les portes process sont normalement fermées ;
- une opération non interruptible ne peut démarrer que si elle peut être terminée avant la fin de la période de production ;
- le survol d'une navette par un pont roulant manutentionnant est interdit ;
- [redacted]
- deux protecteurs de quai (identifiés en rouge sur la figure 4-284) s'ouvrent et se ferment lors de l'ouverture et de la fermeture de la porte repérée 2 sur la figure 4-284. Le positionnement des protecteurs de quai conditionne le fonctionnement des navettes de surface et le départ du funiculaire ;
- le process est mis en pause en cas d'ouverture d'une porte personnel permettant d'accéder aux zones parc à hottes et la gare haute ;
- lorsque la récupération d'énergie n'est pas possible les navettes sont arrêtées et le funiculaire ne peut démarrer sa descente.

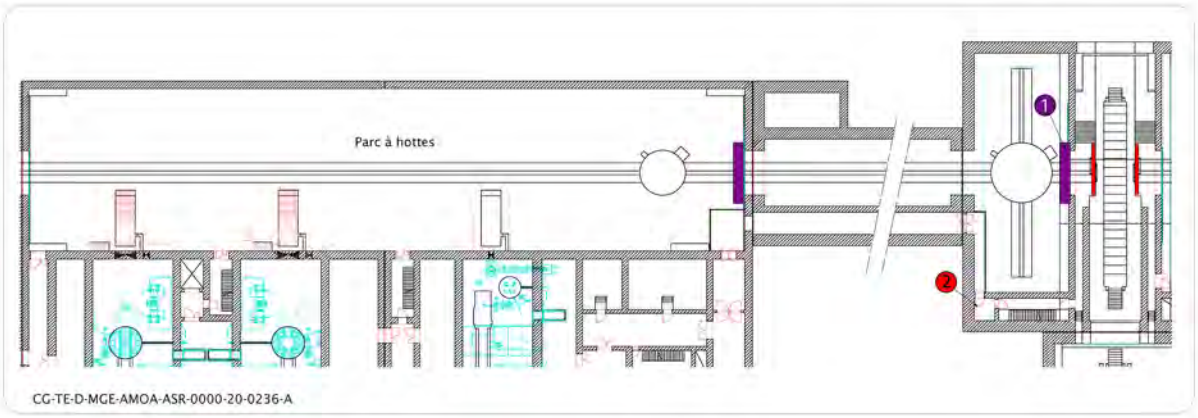


Figure 4-284 Principes d'exploitation du parc à hottes

4.2.5 L'infrastructure des ouvrages

Les dispositions constructives de l'infrastructure et d'étanchéité de la galerie de liaison et de la tête de descenderie sont similaires à celle du bâtiment nucléaire de surface EP1 décrit au chapitre 4.1.16 du présent volume.

4.3 Le terminal ferroviaire nucléaire

La localisation du terminal ferroviaire nucléaire de la zone descenderie est représentée sur la figure 4-285.

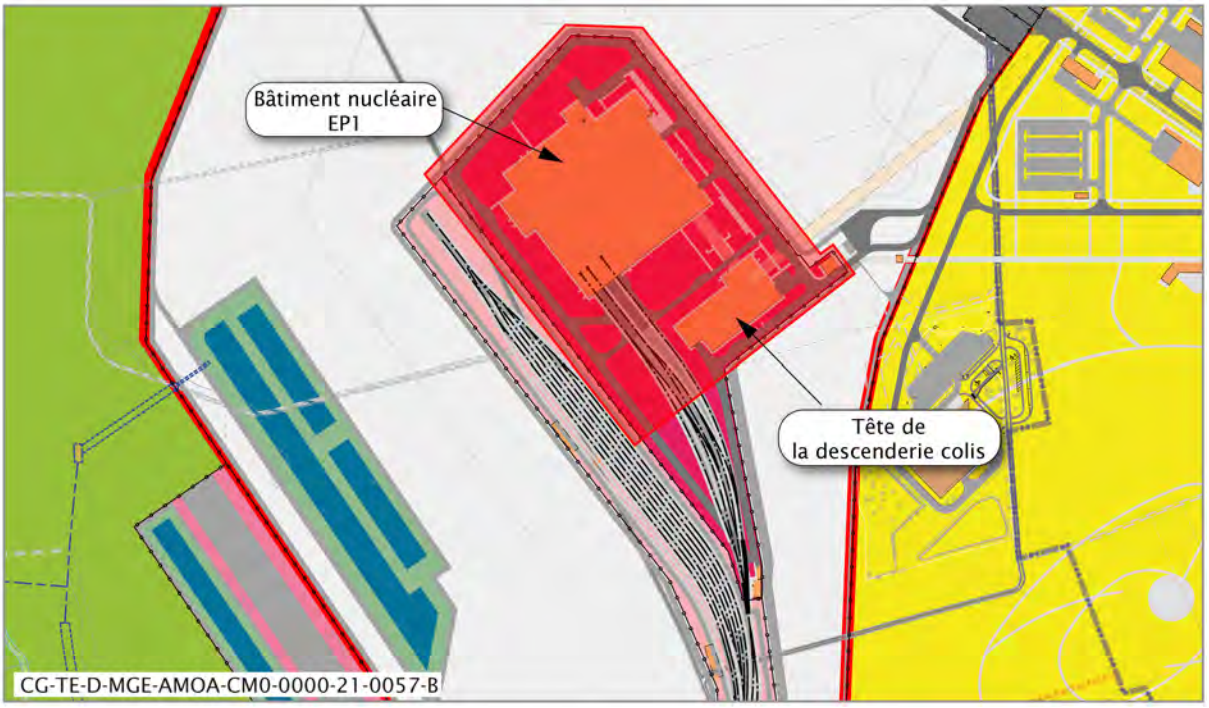


Figure 4-285 Localisation de la zone du terminal ferroviaire nucléaire en zone descenderie

4.3.1 Les fonctions d'exploitation

Le terminal ferroviaire nucléaire assure les fonctions suivantes :

- recevoir les colis de déchets :
  - ✓ réceptionner les convois de transport de colis de déchets :
    - acheminer les convois de transport de colis de déchets en provenance des sites des producteurs de leur arrivée dans le périmètre INB vers le bâtiment nucléaire de surface ;
    - accueillir les convois de transport de colis de déchets en attente de contrôle ;
    - effectuer les contrôles administratifs des convois de transport ;
    - accepter les convois de transport conformes, et les orienter vers le bâtiment nucléaire de surface ;
    - mettre en attente les convois non conformes au contrôle administratif et à la réglementation transport ;
  - ✓ renvoyer les convois de transports et les emballages de transport vides ;
- recevoir les entrants nécessaires (fournitures) tels que les conteneurs de stockage vides :
  - ✓ réaliser le contrôle à réception puis transférer les conteneurs de stockage vers le bâtiment nucléaire de surface EP1.

4.3.2 Les principes de conception et description

4.3.2.1 Les principes de conception généraux

La zone du terminal ferroviaire nucléaire est clôturée. Elle est localisée à l'intérieur de la zone exploitation. Elle assure la fonction de sas entre l'arrivée de l'infrastructure ferroviaire de la zone descenderie et le bâtiment nucléaire de surface EP1. Le terminal ferroviaire nucléaire est composé (cf. Figure 4-286) :

- de la voie d'arrivée depuis l'extérieur du site ;
- de sept voies d'environ 300 mètres de long permettant la gestion des convois de transport entrant et sortant du terminal ferroviaire ;
- une voie de transfert vers la zone du bâtiment nucléaire de surface EP1 qui se divise en trois voies :
  - ✓ deux voies pour accéder à la zone de réception et de préparation des emballages verticaux de colis de déchets radioactifs du bâtiment nucléaire de surface EP1 ;
  - ✓ une voie pour accéder à la zone de réception et de préparation des fournitures du bâtiment nucléaire de surface EP1.

Figure 4-286 Schéma fonctionnel du terminal ferroviaire nucléaire

Le terminal ferroviaire nucléaire accueille également un hangar de maintenance locotracteur. Ce hangar conçu pour deux locotracteurs, permet leur maintenance et la recharge de leurs batteries.

La conception et le dimensionnement du terminal ferroviaire nucléaire et de ses différentes composantes intègre les principes ci-dessous :

- le terminal ferroviaire permet de collecter les écoulements superficiels et de gérer le confinement d'une pollution accidentelle. Deux bassins de confinement sont prévus à cet effet ;
- le terminal ferroviaire est dimensionné pour accueillir, réceptionner et entreposer les emballages de transport contenant les déchets en attente de gestion par le bâtiment nucléaire de surface EP1 :

- Les heurtoirs sont conçus et dimensionnés de manière à pouvoir stopper une rame en respectant les conditions limites suivantes :
  - ✓ conservation de l'intégrité de la rame après choc ;
  - ✓ conservation de l'intégrité de l'infrastructure voie après choc ;
  - ✓ conservation de l'intégrité du heurtoir après choc.

4.3.2.2 Les tracés des voies

Les tracés des voies sont faits en fonction des besoins de l'exploitation et des contraintes du site (surface de la zone d'intervention potentielle, aménagements extérieurs, aires de stationnement et de circulation, positionnement des ouvrages, pente maximum, rayon de courbure minimum, etc.).

[redacted]

Au niveau de la zone du terminal ferroviaire nucléaire, le faisceau se compose de sept voies. [redacted]

Le terminal ferroviaire nucléaire et le bâtiment nucléaire de surface EP1 sont reliés par une voie de transfert se divisant ensuite de la manière suivante :

- une voie permet d'accéder à la zone de réception et de préparation des fournitures (conteneurs de stockage vides…) ;
- deux voies interconnectées permettent l'accès à la zone de réception et de préparation des emballages verticaux de transport.

En cas de dérive d'un wagon faisant suite à une erreur de manœuvre ou à un incident sur le système de freinage du wagon sur le terminal ferroviaire nucléaire, des heurtoirs permettent de stopper les wagons dans une voie (en impasse).

Le faisceau a une pente régulière descendante vers l'entrée du terminal ferroviaire nucléaire.

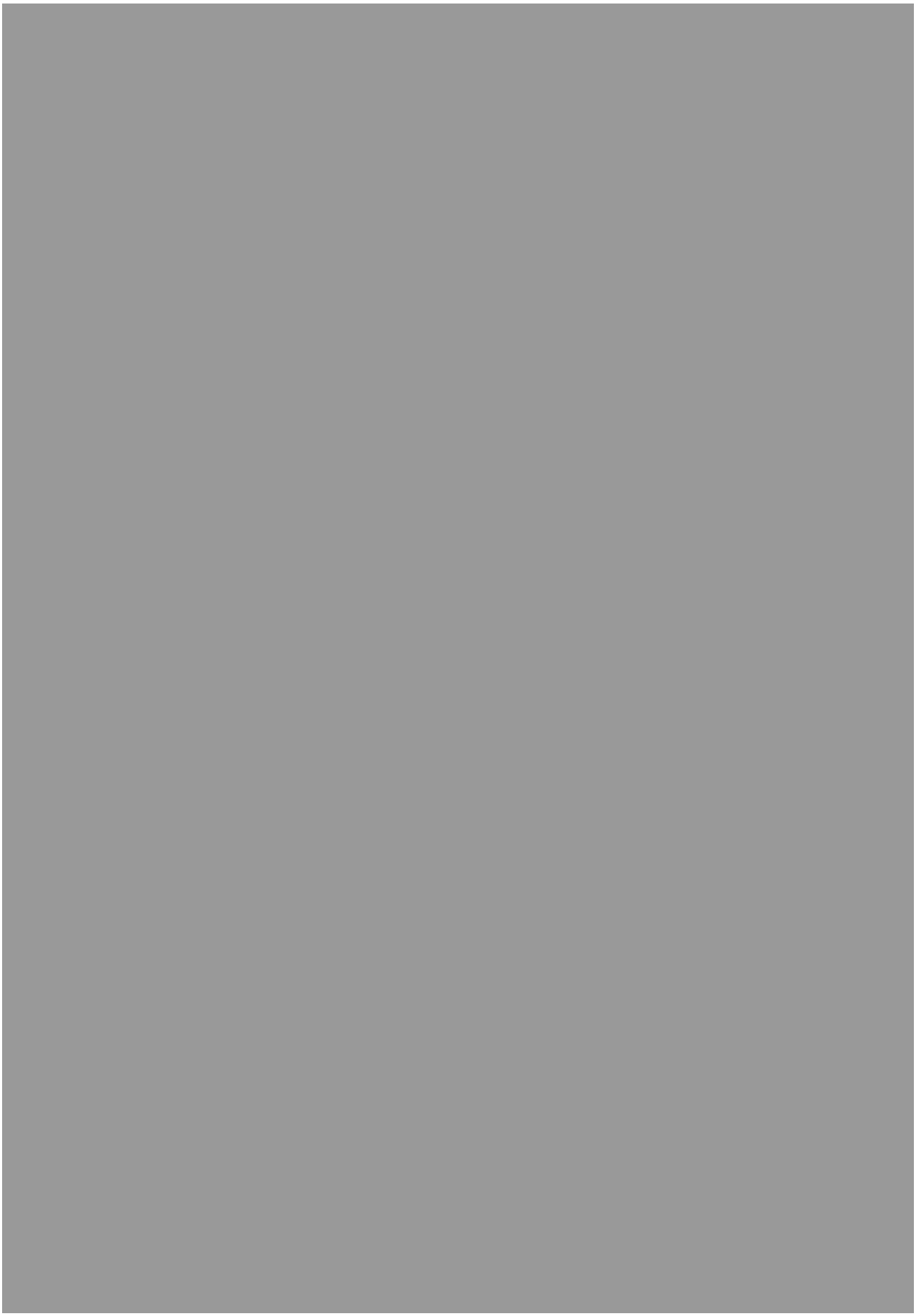
4.3.2.3 Le hangar de maintenance et locotracteur

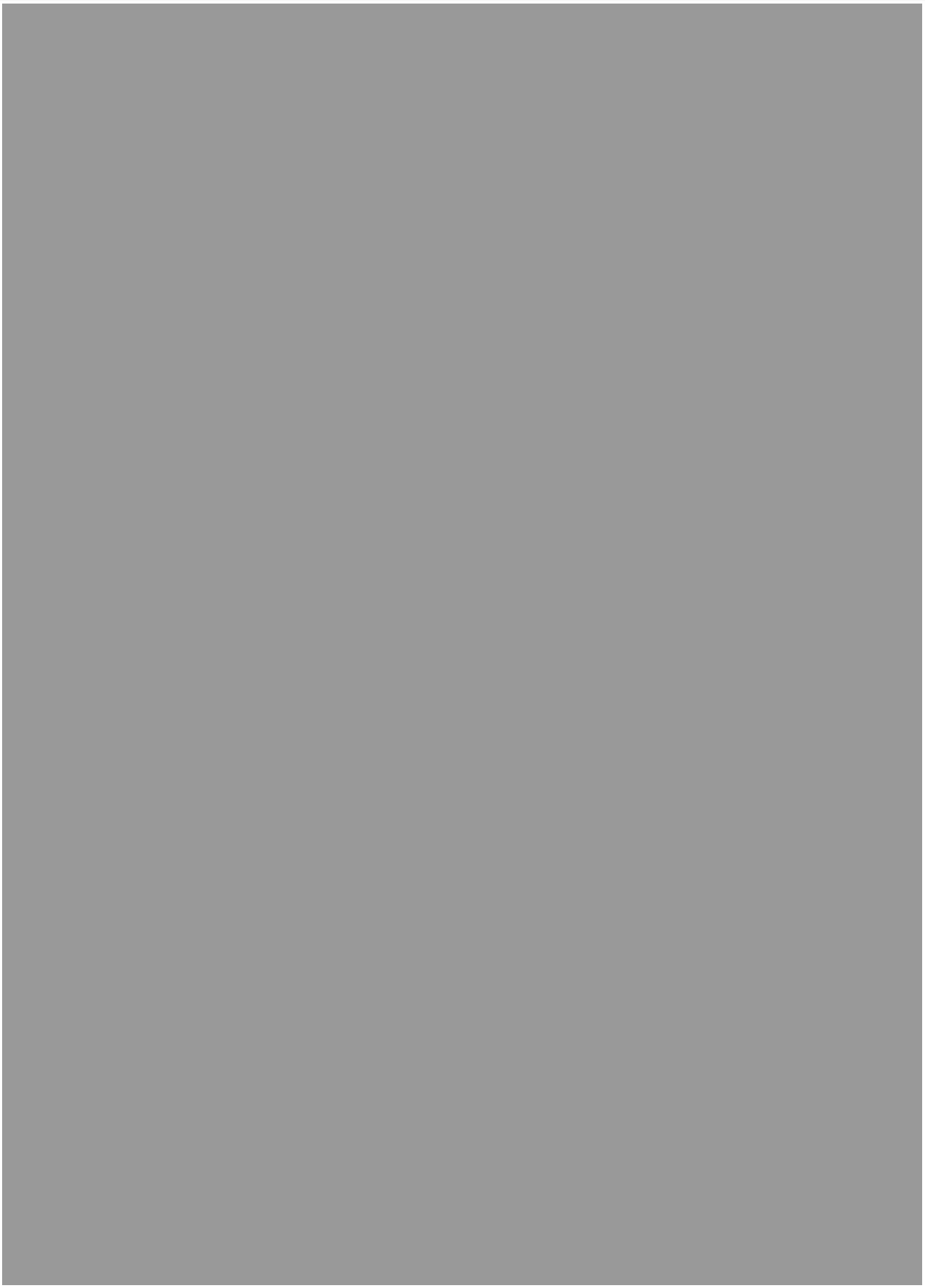
La conception de ce hangar de maintenance locotracteur permet de garantir les fonctionnalités suivantes :

- le stationnement du locotracteur ;
- la recharge électrique des batteries du locotracteur avec les équipements électriques correspondants ;
- la maintenance de premier niveau (complexité réduite) des locotracteurs avec :
  - ✓ la zone atelier ;
  - ✓ les équipements de levage ;
  - ✓ le magasin de pièces et de produits ;
- l'accueil des travailleurs (bureaux, vestiaires et locaux sanitaires, stationnement extérieur des véhicules).

Le principe de locotracteur retenu est un locotracteur électrique supprimant les ouvrages requis (station-service et son aire de ravitaillement) par le fonctionnement de locotracteurs thermiques.

Le locotracteur dispose d'une autonomie d'environ 10 heures, le temps requis pour la recharge des batteries est de l'ordre de 8 heures. Cette opération se déroule dans le hangar de maintenance locotracteur décrit précédemment en dehors des plages horaires de fonctionnement.





4.4 Les autres ouvrages nucléaires

Ce chapitre présente deux bâtiments construits en tranche ultérieure. Leurs descriptions répondent aux besoins identifiés à date pour le stockage de colis de déchets dont la chronique de livraison n'est pas prévue pour la première mise en service de l'INB en phase industrielle pilote. Il s'agit de l'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal (ETH) et du bâtiment nucléaire de surface EP2 destinés à recevoir respectivement :

- les colis primaires de moyenne activité MA-VL spécifiquement réceptionnés en emballages de transport à déchargement horizontal (ETH) ;
- les colis primaires de haute activité HA stockés dans le quartier de stockage HA.

Les orientations stratégiques futures de la filière nucléaire, le retour d'expérience du fonctionnement du bâtiment nucléaire de surface EP1, les optimisations futures, ainsi que les adaptations en lien avec l'évolution de la règlementation peuvent amener à adapter la conception de ces deux ouvrages au regard des choix de gouvernance du projet d'ici là. Les descriptions réalisées dans ces chapitres sont par conséquent plus sommaires.

4.4.1 L'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal ETH

L'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal (ETH) (Figure 4-289) est un ouvrage qui sera raccordé au bâtiment nucléaire de surface EP1 en vue la mise en service des tranches ultérieures. L'objectif principal de cet ouvrage est de permettre la réception d'emballages à déchargement horizontal.

Le bâtiment nucléaire de surface EP1 a été étudié dès l'origine dans l'objectif de permettre la jonction d'un ouvrage construit en tranche ultérieure. Cela se concrétise par la possibilité de raccorder l'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal (ETH) au bâtiment nucléaire de surface EP1 par un tunnel de transfert, positionné afin d'assurer la mutualisation d'un transbordeur entre les deux, assurant ainsi une continuité de la manutention. Par ailleurs le tunnel de transfert permet également l'extension de certains réseaux depuis le bâtiment nucléaire de surface EP1 (électricité de puissance, contrôle commande et conduite, fluides). Les accès du personnel se font également à partir du bâtiment nucléaire de surface EP1. Ces dispositions concourent à mutualiser au maximum les ressources disponibles.

Les fonctionnalités de l'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal (ETH) sont identiques à celles du bâtiment nucléaire de surface EP1.

Figure 4-289 Illustration de la localisation du de l'ouvrage ETH

4.4.1.1 Les principales fonctions d'exploitation

Les principales fonctions d'exploitation de l'ouvrage ETH sont :

- la réception de wagons contenant des emballages de transport à déchargement horizontal ;
- le déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal ;
- le déchargement des colis primaires issus d'emballages à déchargement horizontal ;
- le contrôle des colis primaires en ligne issus des emballages à déchargement horizontal ;
- le transfert sur palettes des colis de stockage vers le bâtiment nucléaire de surface EP1.

4.4.1.2 La description de l'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal (ETH)

4.4.1.2.1 Le niveau +0 m

Le niveau +0 m de l'ouvrage ETH (Figure 4-290 ; tableau 4-36) est calé sur la même altimétrie que celui du bâtiment EP1 afin de bénéficier de la voie ferrée qui dessert la zone de réception des fournitures du bâtiment EP1. Cette voie est peu utilisée, elle n'entre pas en conflit avec les opérations de réception sur EP1 réalisées avec deux voies séparées.

Un portique de déchargement des emballages est aménagé au-dessus de la voie afin de réaliser la manutention des emballages qui arrivent par wagons. Le niveau +0 m comprend l'ensemble des locaux nécessaires au process : réception des emballages, réception des colis primaires, mise en colis de stockage, contrôles et mise en hotte. L'ensemble des équipements et du process est décrit à partir du chapitre 4.4.1.4 du présent volume.

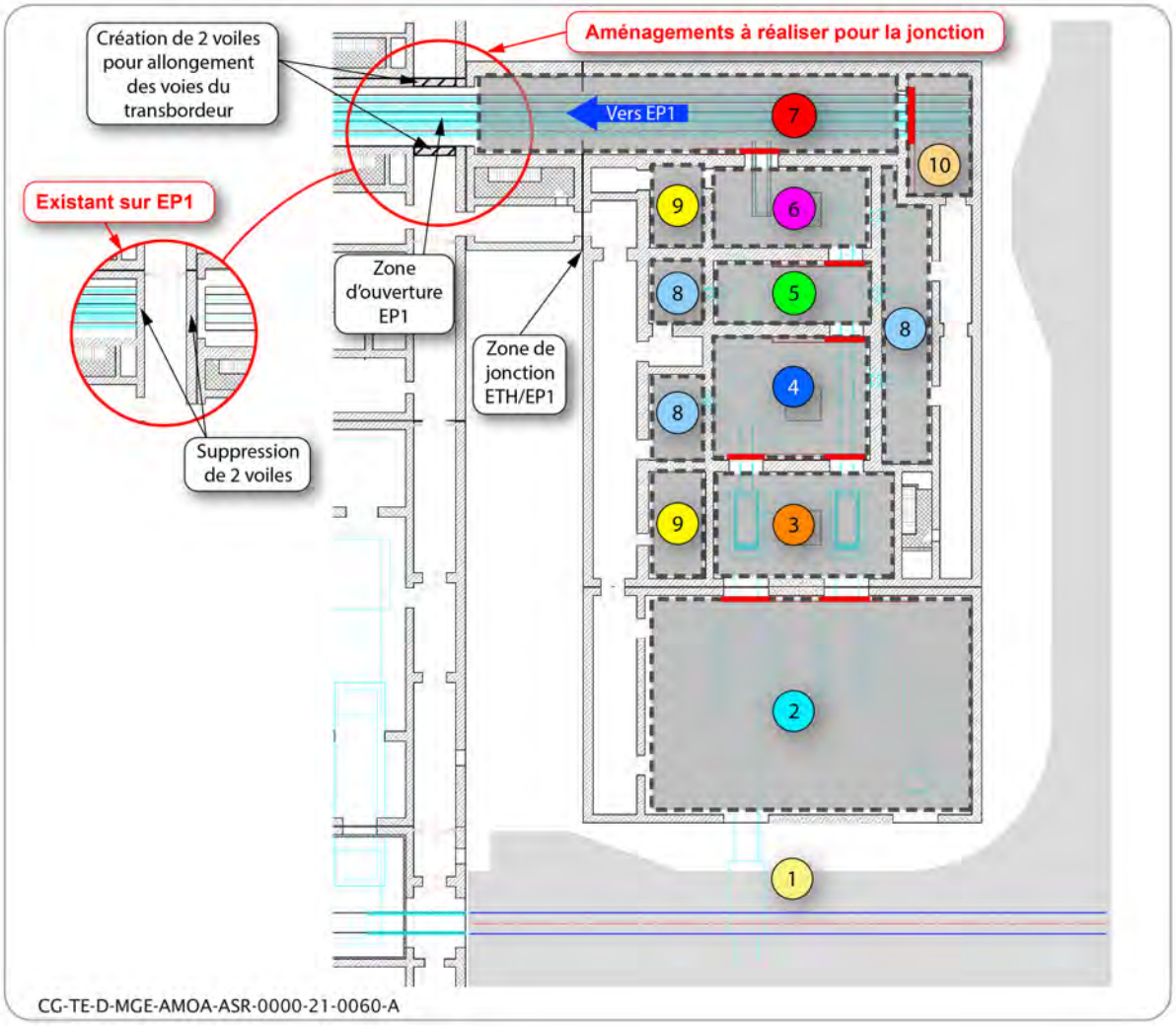


Figure 4-290 *Illustration du niveau +0 m de l'ouvrage ETH*

Tableau 4-36 *Identification des locaux de l'ouvrage ETH niveau +0 m*

N°	Identification des locaux
1	Zone de réception des wagon pour leur déchargement vers ETH
2	Hall de réception des emballages horizontaux
3	Sas de préparation des emballages horizontaux
4	Cellule de déchargement des emballages horizontaux
5	Contrôle de réception des colis primaires
6	Cellule de fermeture des colis de stockage
7	Couloir de liaison vers EP1

N°	Identification des locaux
8	Zone avant (ZAV) des cellules
9	Zones arrière (ZAR) des cellules
10	Zone arrière (ZAR) de repli du transbordeur

4.4.1.2.2 Le niveau +6 m et niveau +12 m

De nombreux locaux du niveau +0 m (cf. Figure 4-291, n° 2, 3, 4, 6) se prolongent au niveau +6 m (dont le plafond se situe sous la dalle du niveau +12 m) (figure 4-291 ; figure 4-292 ; tableau 4-37 ; tableau 4-38). Cela est dû aux opérations de manutention avec les ponts roulants qui nécessitent de la hauteur. Les garages de pont sont localisés au niveau +6 m, ils permettent de réaliser la maintenance des ponts roulants derrière une porte guillotine blindée qui coulisse vers le niveau supérieur pour laisser passer le pont en cellule. On trouve également à cet étage un local permettant d'installer les nouveaux équipements de ventilation et de filtration.

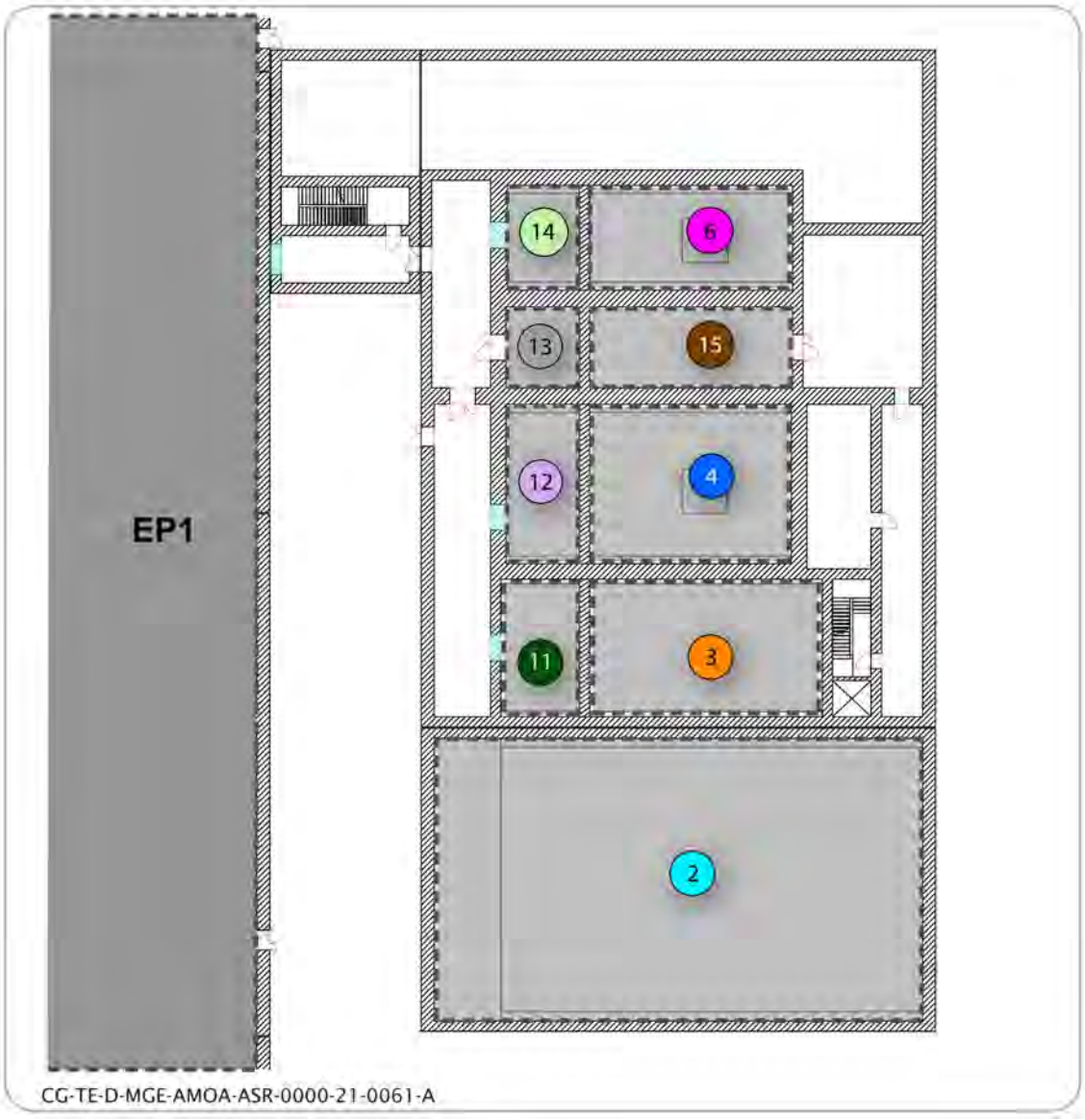


Figure 4-291 Illustration du niveau +6 m de l'ouvrage ETH

Tableau 4-37 Identification des locaux ETH niveau +6 m

N°	Identification des locaux
2	Hall de réception des emballages horizontaux (prolongation du niveau +0 m)
3	Sas de préparation des emballages horizontaux (prolongation du niveau +0 m)
4	Cellule de déchargement des emballages horizontaux (prolongation du niveau +0 m)
6	Cellule de fermeture des colis de stockage (prolongation du niveau +0 m)
11/12/14	Garages pont des cellules
13	Local réserve
15	Local ventilation

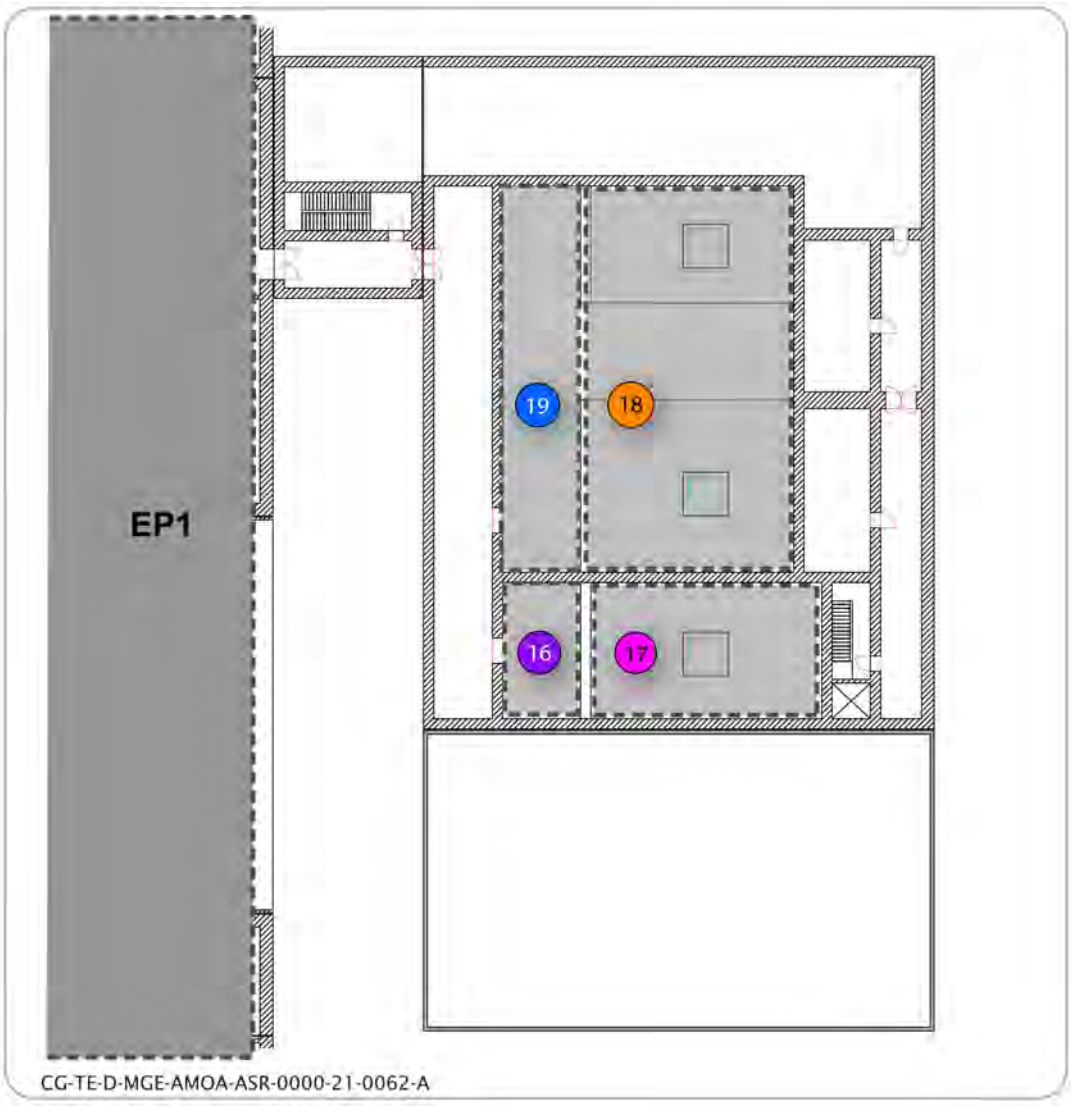


Figure 4-292 Illustration du niveau +12 m de l'ouvrage ETH

Tableau 4-38 identification des locaux ETH niveau +12 m

N°	Identification des locaux
16	Zone de maintenance de la porte guillotine du garage de pont du sas de préparation
17	Sur-cellule du sas de préparation
18	Sur-cellule commune de la cellule de déchargement et de fermeture des colis de stockage (CS)
19	Zone de maintenance des portes guillotines des garages de pont des cellules de déchargement des emballages et de fermeture des CS

Les emballages de transport à déchargement horizontal définitifs qui seront réellement utilisés ne sont pas tous connus à ce jour. Ils devront satisfaire à la réglementation des transports des substances radioactives sur voie publique. Les emballages pris en compte pour la conception de l'ouvrage ETH sont de type RD39 et le conteneur ISO de 20'. Ils sont considérés représentatifs en termes de gabarits et de masses pour ce type de transport.

En règle générale, les équipements implantés dans l'ouvrage ETH sont de conception identique à ceux présentés dans le chapitre 4.1 du présent volume. Quelques équipements nouveaux sont cependant nécessaires compte tenu de la particularité du déchargement horizontal des colis des emballages.

4.4.1.3 La description du raccordement de l'ouvrage ETH au bâtiment EP1

Deux voiles fusibles (dont le ferraillage n'entre pas dans les calculs structurels du bâtiment EP1) sont prévus dès l'origine pour réaliser une jonction vers un tunnel de liaison ayant pour objectif d'éloigner la zone construction de l'ouvrage ETH. Cette disposition facilite d'une part la construction d'ETH en chantier séparé et clos et permet d'autre part de construire cet ouvrage sans présenter de risque pour l'exploitation du bâtiment EP1 (cf. Figure 4-290).

L'exploitation d'EP1 doit être arrêtée pour réaliser le percement des voiles fusibles. Le préalable à cette phase consiste en l'arrêt de la réception des colis et la mise en stockage des colis restants de façon à pouvoir déclasser l'ensemble de l'installation pour des travaux.

La suppression des deux voiles ouvrant la jonction vers le tunnel est pratiquée à la fin des travaux de construction d'ETH. Les travaux de jonction comprennent la construction de deux nouveaux voiles pour créer le zonage de radioprotection au passage du transbordeur de colis (cf. Figure 4-290).

La dernière phase des travaux liés à la mise en service d'ETH nécessite la mise en communication et l'ajustement du pilotage ainsi que l'intégration des paramètres liés à la sûreté et la sécurité.

L'arrêt de l'exploitation permet la réalisation de travaux de jouvence d'EP1 ou d'autres équipements de manutention au fond, notamment en matière de rénovation et inspection de génie-civil, galeries etc.

4.4.1.4 Le transfert de l'emballage de transport sur Lorry

Les emballages de transports horizontaux arrivent par convois ferrés ou par camions. Les convois ferrés sont dirigés vers les terminal ferroviaire nucléaire. Les emballages de type ETH sont acheminés depuis le terminal ferroviaire nucléaire vers la zone exploitation par une voie de dérivation qui mène vers la réception des fournitures. Cette voie permet également de desservir l'ouvrage ETH. L'utilisation de cette voie localisée au nord des deux voies d'accès vers EP1 (cf. Figure 4-289) permet de continuer à exploiter EP1 en parallèle.

Les convois routiers sont dirigés directement depuis le poste de garde vers l'entrée du bâtiment par la route d'accès.

Le portique de déchargement des wagons

Un portique de déchargement localisé à l'extérieur du bâtiment ETH, à l'aplomb de la voie ferrée permet de réaliser la manutention de l'emballage horizontal pour le déposer sur un lorry (cf. Figure 4-293) préalablement placé sur une voie perpendiculaire.

L'ensemble Lorry et emballage horizontal est introduit dans le hall de réception des emballages de transport à déchargement horizontal.

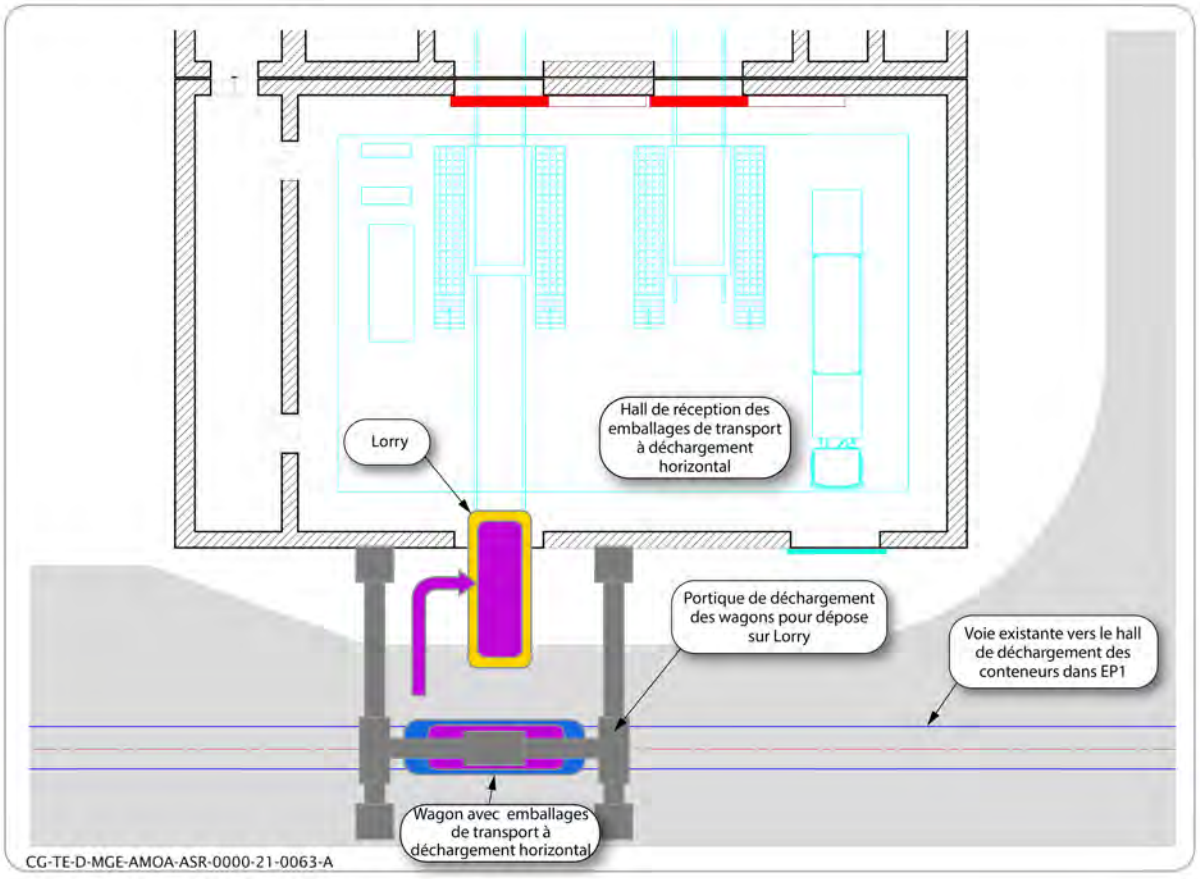


Figure 4-293 *Illustration du portique de déchargement des wagons pour dépose sur Lorry*

Une seconde entrée permet la réception des emballages acheminés par camions. Les camions entrent dans le hall en marche arrière puis le tracteur est évacué.

4.4.1.5 Le hall de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal

Les équipements principaux du hall de déchargement sont :

- deux *lorry* ;
- un pont roulant sécurisé de 40 tonnes ;
- un palonnier pour conteneurs ISO de 20 pieds ;
- des *racks* de dépose pour les capots d'emballages de type RD39 ;
- deux plateformes de contrôle des emballage (contrôle C3).

4.4.1.5.1 Le lorry motorisé de transfert des emballages de transport à déchargement horizontal

Le *lorry* est un équipement roulant propulsé par des moteurs électriques embarqués qui circule sur deux rails saillants encastrés (Figure 4-294). . Il possède des freins à disques à sécurité positive. Il est maintenu sur les rails par des griffes anti-envol en cas de séisme. Il comprend une plateforme qui permet de supporter un emballage et l'acheminer depuis l'extérieur jusqu'au sas de préparation en passant par le hall de réception.

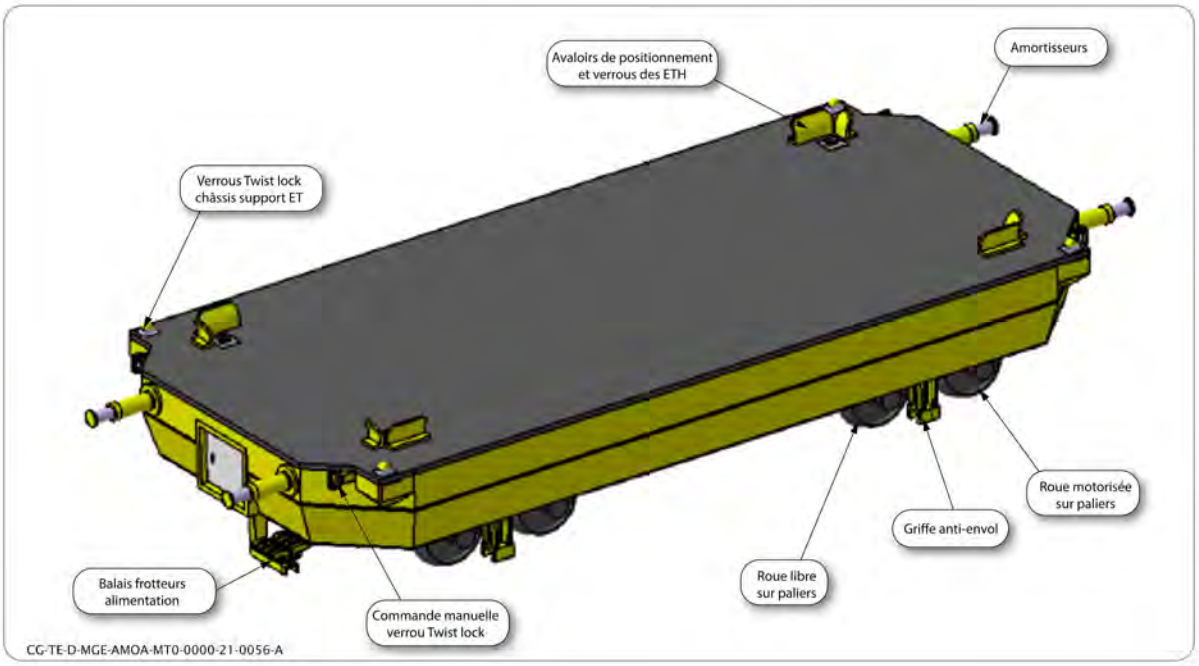


Figure 4-294 Schéma de principe du lorry motorisé ETH

4.4.1.5.2 Le pont roulant sécurisé de 40 tonnes

Le pont roulant de 40 tonnes permet la manutention des emballages de transport qui transitent par camion, afin de les placer sur le poste qui permet les contrôles de type C3 (contrôle d'arrivée des emballages de transport).

Le pont de déchargement présente une capacité maximale d'utilisation de 40 tonnes.

Le pont roulant de déchargement des emballages horizontaux fait partie des ponts de la catégorie « sécurisés ». Ses caractéristiques en termes de sécurité de la chaîne cinématique sont similaires à celles du pont de déchargement des emballages à déchargement vertical dans le bâtiment nucléaire de surface EP1.

4.4.1.5.3 Les plateformes de travail

Les plateformes de travail sont implantées de part et d'autre du lorry dans la zone de contrôle et permettent d'accéder aux conteneurs pour les contrôles de conformité règlementaire.

4.4.1.5.4 Le palonnier pour conteneurs ISO 20 pieds

C'est un palonnier standard utilisé pour le transfert des conteneurs ISO. Il a un dispositif d'accrochage automatique aux quatre coins supérieurs du conteneur, ce qui permet de réaliser un transfert du conteneur entre la plateforme d'un camion jusqu'au lorry en attente.

4.4.1.5.5 Le *rack* de dépose pour les capots de type RD39

Ce sont des éléments mécano soudés qui sont fixés au sol dans le hall et permettent la dépose en sécurité des éléments mobiles à démonter sur l'emballage de type RD39 pour permettre de réaliser des frottis de contrôle de non-contamination.

4.4.1.5.6 La séquence de fonctionnement de la réception des emballages de transport à déchargement horizontal (Figure 4-295)

La description ci-dessous détaille la procédure de réception des emballages de transport à déchargement horizontal. Les numéros en tête de phrase se rapportent au schéma figure 4-295.

Pour les emballages arrivant par voie ferrée

[Etape 1] Le locomoteur du wagon transfère un emballage de transport plein depuis le terminal ferroviaire nucléaire et amène le wagon face à l'entrée de l'ouvrage ETH sous le portique de déchargement des wagons :

- un contrôle radiologique (contrôle C2 de débit de dose, de contamination extérieure de l'emballage, etc.) est réalisé (Cf. Tableau 2-1) ;
- l'emballage est désarrimé du wagon, levé et transféré sur le lorry motorisé par le portique de déchargement ;
- l'emballage est arrimé sur le *lorry* ;
- le wagon vide après déchargement est récupéré par le locotracteur :
  - ✓ un contrôle radiologique du wagon vide est réalisé ;
  - ✓ le wagon vide est évacué vers le terminal ferroviaire nucléaire.

[Etape 2] L'emballage arrimé sur le Lorry est transféré jusqu'au niveau des passerelles du poste de contrôle des emballages (poste de contrôle C3).

Pour les emballages arrivant par voie routière

[Etape 3] La plateforme arrière du camion est introduite en marche arrière dans le hall, dételée puis le tracteur est évacué. [3] L'emballage est désarrimé de la plateforme du camion et transféré sur le lorry avec le palonnier de manutention des conteneurs ISO 20 pieds.

Pour tous les emballages

[Etape 4] Sur le poste de contrôle C3, le contrôle de débit de dose au contact ainsi que les frottis des parties accessibles sont réalisés. Ensuite, le retrait des capots (suivant le type d'emballage) est effectué ce qui permet de finaliser les contrôles C3 (débit de dose, contamination, etc.).

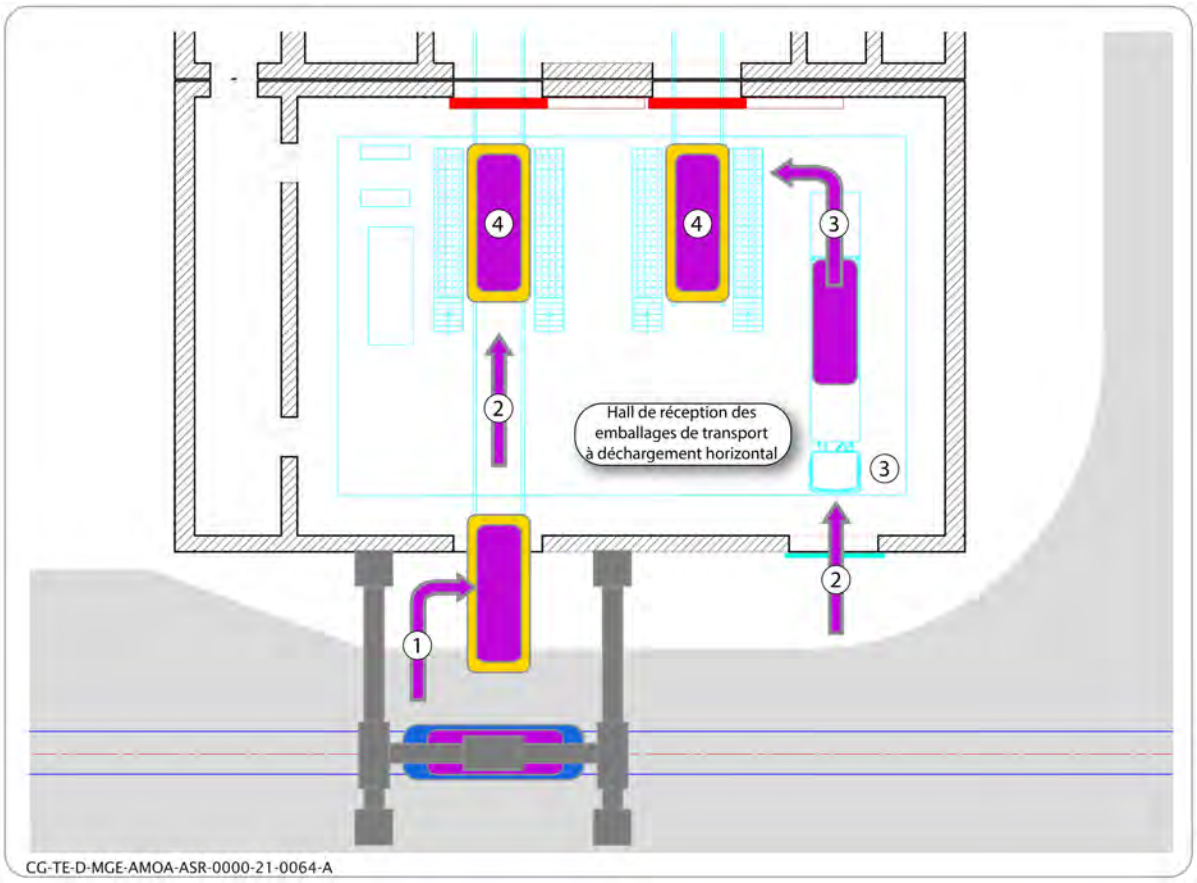


Figure 4-295 *Schéma de principe de réception des emballages dans le hall de déchargement du bâtiment de réception des emballages de transport à déchargement horizontal (ETH)*

4.4.1.6 Le sas de préparation des emballages de transport à déchargement horizontal

Le sas de préparation permet la réalisation de la fin des contrôles sur l'emballage (cf. Chapitre 4.4.1.6.4 du présent volume) et de la préparation des emballages avant leur accostage à la cellule de déchargement des colis primaires.

Le sas comprend les équipement principaux suivants :

- deux tables élévatrices ;
- un pont roulant de cinq tonnes ;
- un palonnier pour porte de type RD39 ;
- un ensemble de deux *racks* pour la dépose de la porte de l'emballage et du capot amortisseur de chocs.

4.4.1.6.1 Les tables élévatrices

Deux tables élévatrices (une par ligne de déchargement) permettent la mise à niveau du plancher de l'emballage à décharger vis-à-vis du sol de la cellule de déchargement.

Elles sont de type « sécurisées », leurs caractéristiques principales sont les suivantes :

- dispositifs de sécurité antichute garantissant le maintien en état sûr en cas de panne ;
- CMU de 90 tonnes environ.

Les tables élévatrices s'interfacent avec le *lorry* de transfert. Les voies de roulement de l'infrastructure au sol sont alignées avec les voies sur les tables élévatrices afin de permettre le transfert du lorry sur la table élévatrice. La position correcte du *lorry* sur le plateau de la table élévatrice est détectée par un capteur de fin de course lequel autorise le verrouillage de l'ensemble lorry et plateau. Après le verrouillage de l'ensemble, la table élévatrice peut être montée.

4.4.1.6.2 Le pont roulant de cinq tonnes

Le pont roulant de cinq tonnes permet le retrait de la porte de l'emballage et de son capot amortisseur. C'est un pont de type de catégorie « standard » présentant une CMU de cinq tonnes.

4.4.1.6.3 L'ensemble de racks de dépose de la porte de l'emballage et du capot amortisseur de chocs

Les racks de dépose sont des bâtis de dépose pour accueillir le capot amortisseur de chocs de l'emballage et la porte de l'emballage. Ce sont des châssis mécanosoudés qui constituent des supports métalliques permettant de sécuriser la dépose des éléments et éviter tout risque de basculement.

4.4.1.6.4 La séquence de fonctionnement de la préparation des emballages à déchargement horizontal (Figure 4-296)

La description ci-dessous détaille la procédure de préparation des emballages à déchargement horizontal. Les numéros en tête de phrase se rapportent à la figure 4-296.

[Etape 5] L'emballage est transféré par le *lorry* dans le sas de préparation. Sur le poste de préparation :

- le contrôle C4 (contrôle des gaz dans l'emballage par recirculation d'air, pour les emballages qui en disposent, Cf. Tableau 2-1) ;
- la porte antichoc est retirée de l'emballage[5] et des frottis de contrôle de non contamination suite au démontage du capot amortisseur sont réalisés .

[Etape 6] L'emballage est mis à hauteur à l'aide de la table élévatrice puis avancé et accosté à la cellule de déchargement.

[5] Suivant le type d'emballage : les conteneurs ISO 20 pieds n'en sont pas pourvus.

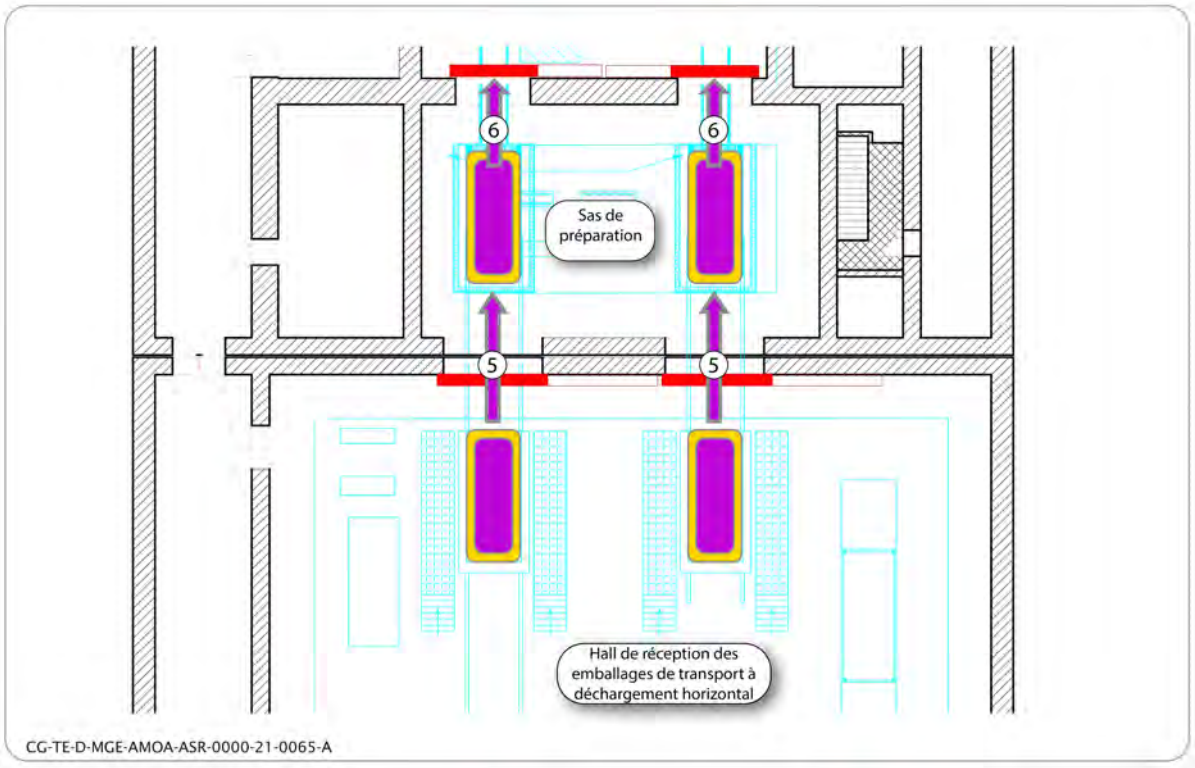


Figure 4-296 *Illustration de la préparation des emballages à déchargement horizontal dans le sas*

4.4.1.7 La cellule de déchargement des emballages à déchargement horizontal

La cellule de déchargement des emballages permet de décharger les emballages à déchargement horizontal. Les colis sont situés dans l'emballage sur des palettes pour les conteneurs de type ISO 20 pieds ou sur un dispositif d'extraction par plateau coulissant motorisé pour les emballages de type RD39.

La cellule de déchargement comprend les équipements principaux suivants :

- un chariot à fourche ;
- un pont de manutention ;
- un chariot de transfert des colis primaires ;
- un dispositif de transfert par plateau d'extraction des emballages de type RD39.

4.4.1.7.1 Le chariot de transfert à fourche

Le chariot de transfert à fourche est un moyen de manutention au sol, il permet le déchargement des palettes de colis primaires.

Le chariot a une masse à vide de 20 tonnes et permet de décharger une palette ayant une masse similaire. Il est déplacé par une motorisation électrique alimenté par rails conducteurs encastrés.

Le chariot se déplace sur des rails saillants encastrés et possède des freins à disques à sécurité positive. Le chariot est maintenu sur les rails par des griffes anti-envol en cas de séisme.

4.4.1.7.2 Le pont de manutention

Le pont roulant permet le déchargement des colis primaires des emballages. Il est de type « nucléarisé » et se caractérise par une CMU de 20 tonnes.

L'ensemble comprend un dispositif de changement téléopéré des palonniers et grappins pour s'adapter aux différents colis primaires réceptionnés.

La chaine cinématique ainsi que les exigences associées à au pont est similaire à celui du déchargement des colis primaires au sein du bâtiment nucléaire de surface EP1, décrit au chapitre 4.1.4.4.1 du présent volume.

Pour mémoire, il comprend entre autres, une chaine cinématique de haute sécurité à double tambour et double câble, des motorisations redondantes permettant de finir les mouvements, un dispositif de secours pour ramener le pont en zone garage.

4.4.1.7.3 Le chariot de transfert des colis primaires

Le chariot de transfert des colis primaires (CP) est de conception identique à l'équipement utilisé dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 dans la zone de réception des colis primaires, avec un dispositif de chaines pousseuses. Il est décrit au chapitre 4.1.4.4.4 du présent volume.

4.4.1.7.4 Le dispositif de transfert des plateaux de type RD39

Le dispositif de transfert des plateaux d'emballages de type RD39 utilise des motorisations comprises dans l'emballage de transport. Le plateau sort de l'emballage de façon autonome sur des rails dont la continuité est assurée dans la cellule. Un dispositif d'affalage permet de libérer le plateau en cas de panne. Le dispositif de secours consiste à extraire le plateau par un câble en renvoi de poulie et le pont roulant. Le dispositif est connecté à l'aide des bras manipulateurs.

4.4.1.7.5 La séquence de fonctionnement du déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal

La description ci-dessous détaille la procédure de déchargement des emballages à déchargement horizontal. Les numéros en tête de phrase se rapportent à la figure 4-297 :

[Etape 7] À la suite de l'accostage de l'emballage, la porte de cellule est ouverte :

- le plateau ou les palettes sont extraits des emballages ;
- le pont roulant procède à la manutention des colis primaires et les dépose en zone tampon de la cellule ;
- les colis sont identifiés.

À l'issue du déchargement complet des colis primaires en zone tampon, la porte de cellule est refermée, l'emballage vide est désaccosté puis refermé. Les emballages vides sont évacués vers le terminal ferroviaire nucléaire pour la constitution d'un convoi de retour ou unitairement par voie routière.

[Etape 8] Lorsque le chariot de transfert est disponible :

- le colis primaire à transférer est identifié ;
- le pont saisit le colis primaire et le dépose sur le chariot de transfert.

Le système de manutention ne comprend pas de noria permettant un flux de chariots en continu comme dans le bâtiment nucléaire de surface EP1. Cette solution n'est pas nécessaire compte tenu de la faible volumétrie de colis prévus avec ce mode de transport. Le chariot fait des allers-retours entre les trois cellules de déchargement, de contrôle C5 et de préparation des colis de stockage du bâtiment. Deux chaines pousseuses permettent de déplacer le chariot entre ces cellules.

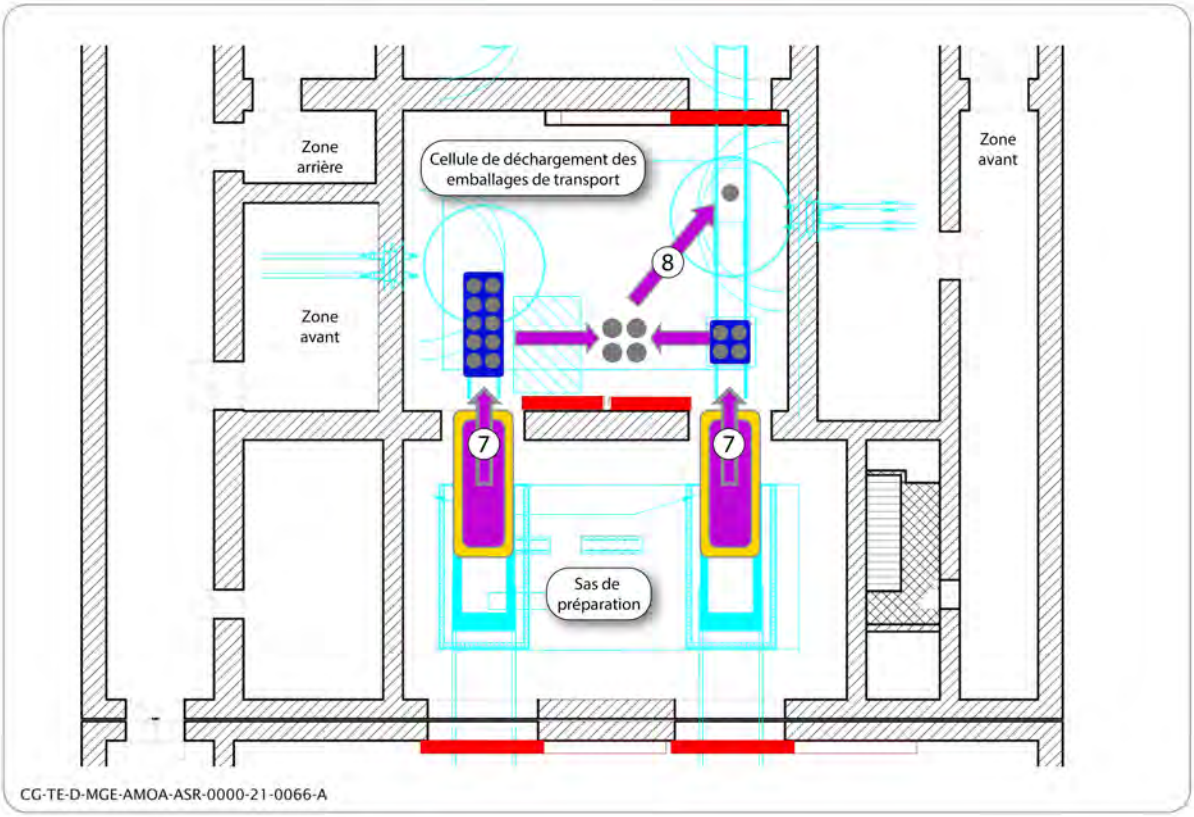


Figure 4-297 *Illustration du déchargement des emballages dans la cellule de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal*

4.4.1.8 La cellule de contrôle C5

Les équipements de la cellule de contrôle C5 présents dans le bâtiment de réception des emballages à déchargement horizontal ont les mêmes caractéristiques que ceux du bâtiment nucléaire de surface EP1.

La cellule de contrôle C5 du bâtiment comprend les équipements identiques à ceux décrits au chapitre 4.1.4.4.5 du présent volume.

Séquence de fonctionnement du contrôle C5 des colis primaires

La description ci-dessous détaille la procédure de contrôle C5 des colis primaires. Les numéros en tête de phrase se rapportent à la Figure 4-298:

[Etape 9] Lorsque la cellule de contrôle C5 du bâtiment est disponible, la porte de la cellule est ouverte :

- le chariot transfère le colis primaire sur la table tournante de la cellule ;
- les contrôles C5 sont réalisés, ils sont identiques aux contrôles prévus sur le bâtiment EP1.

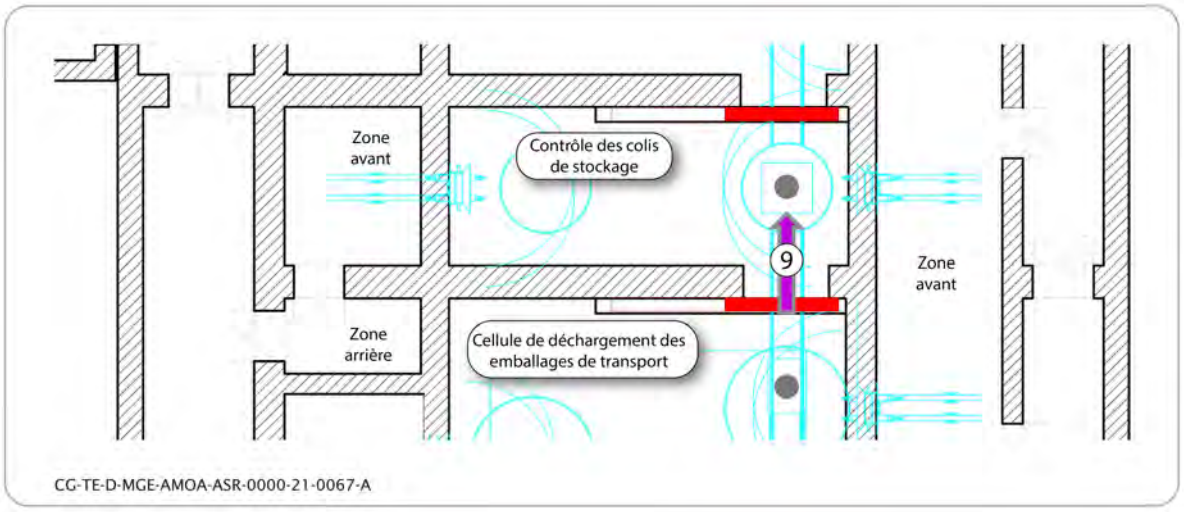


Figure 4-298 Illustration du contrôle C5 des colis primaires dans le bâtiment ETH

4.4.1.9 La cellule de préparation des colis de stockage

La cellule de préparation des colis de stockage a la même fonction que celle située dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 : soit la mise d'un colis primaire en colis de stockage ou en panier et fermeture du couvercle, soit le placement d'un colis sur un plateau pour un stockage direct.

Concernant les équipements de la cellule de préparation, les équipements principaux suivants sont utilisés :

- un pont nucléarisé ;
- un dispositif de dépose de palette pour chariot transbordeur ;
- un palonnier de manutention des couvercles de conteneurs de stockage ;
- les grappins pour les colis primaires et palonniers pour les couvercles de conteneurs et paniers.

4.4.1.9.1 Le pont de manutention nucléarisé

Le pont de manutention est un pont de type « nucléarisé » présentant une CMU de 20 tonnes.

La conception du pont est identique au pont nucléarisé de la cellule de déchargement du bâtiment nucléaire de surface EP1 dont la description est faite au chapitre 4.1.4.4.1 du présent volume.

Le pont comprend un coupleur pour permettre le changement téléopéré des grappins nécessaires aux phases de manutention des colis primaires et des palonniers pour les couvercles de conteneurs de stockage.

4.4.1.9.2 Le poste de dépose de palettes

Les palettes de colis de stockage sont transférées du bâtiment de réception des emballages de transport à déchargement horizontal vers le bâtiment nucléaire de surface EP1. Ainsi le transfert des colis de stockage par palette fonctionne de la même façon que dans le bâtiment nucléaire de surface EP1.

Le poste de dépose de palette comprend des rails de roulage pour le chariot du transbordeur, ainsi que quatre platines scellées au sol pour le guidage et le maintien de la palette lors de sa dépose par le chariot.

4.4.1.9.3 La séquence de fonctionnement de la préparation des colis de stockage

La description ci-dessous détaille la procédure de préparation des colis de stockage dans le bâtiment de réception des emballages de transport à déchargement horizontal. Les numéros en tête de phrase se rapportent à la figure 4-299.

[Etape 12 en entrée] Acheminement d'un conteneur de stockage ou un panier ou un plateau dans la cellule en fonction du type de colis primaire :

- le chariot de palette dépose la palette (contenant soit un conteneur de stockage, soit un panier, soit un plateau) sur les platines de maintien au sol ;
- le chariot de palette revient sur le transbordeur à vide hors de la cellule et la porte de cellule donnant sur le couloir de circulation du transbordeur est fermée ;
- le pont saisit le palonnier de manutention de couvercle (pour le cas des conteneurs et panier), saisit le couvercle et le dépose sur une table de supportage. Dans le cas des colis en stockage direct sur plateau, cette étape n'a pas lieu.

[Etape 10] À l'issue des contrôles de conformité des colis primaires C5, la porte de la cellule C5 vers la cellule de préparation des colis de stockage est ouverte :

- le chariot est transféré dans la cellule, la porte est refermée.

[Etape 11] Mise en colis de stockage ou panier ou plateau :

- le pont saisit le palonnier adapté au colis à manutentionner ;
- le colis est placé dans de conteneur de stockage/panier (ou directement sur un plateau pour les colis en stockage direct) ;
- le couvercle de conteneur est replacé (le cas échéant).

[Etape 12 en sortie] À l'issue des séquences de préparation des colis de stockage :

- la porte est ouverte, le chariot de palette entre en cellule et soulève la palette contenant le colis de stockage puis transféré sur le transbordeur. La porte de cellule est refermée puis l'ensemble est transféré dans le bâtiment nucléaire de surface EP1, soit vers l'entreposage tampon principal, soit directement en cellule de fermeture des colis de stockage.

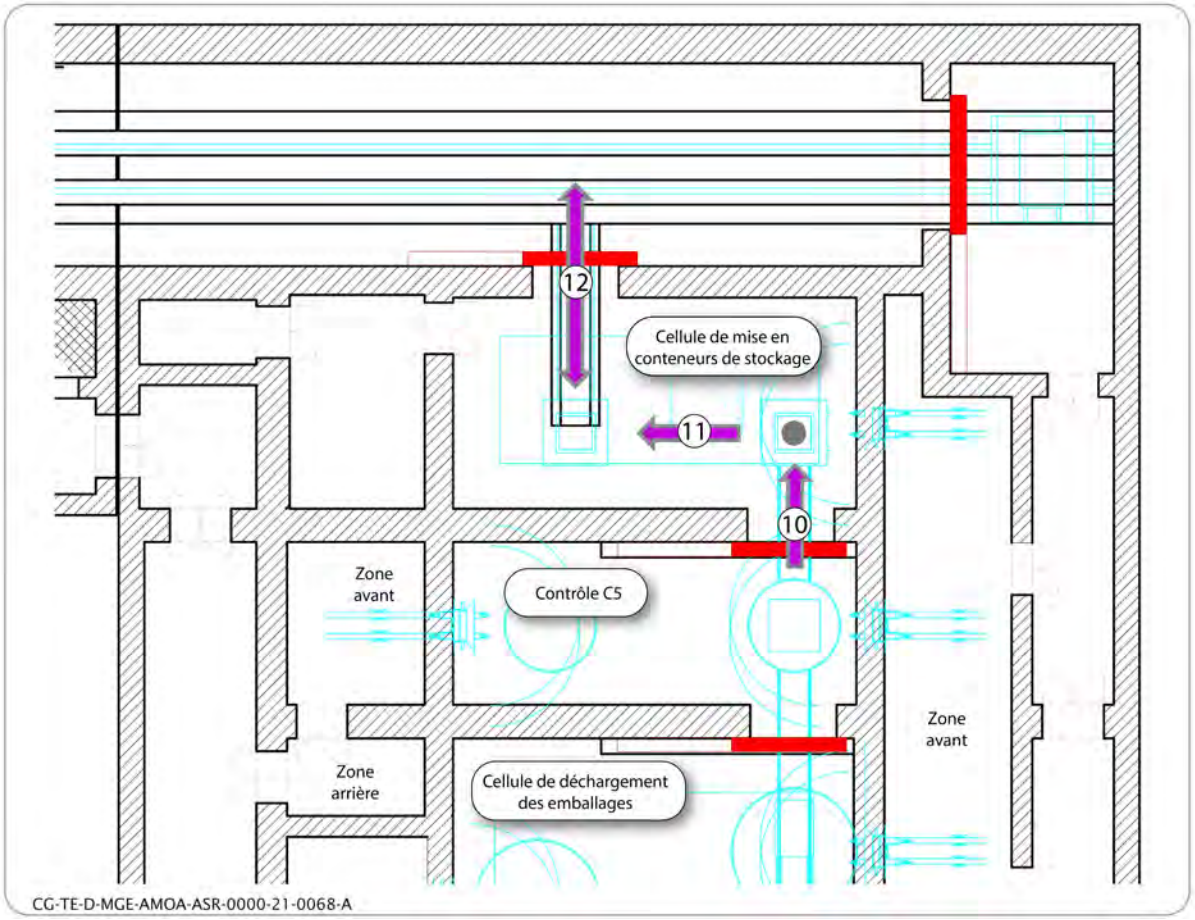


Figure 4-299 *Illustration de la préparation des colis de stockage dans le bâtiment de réception des emballages de transport à déchargement horizontal*

4.4.2 Le bâtiment nucléaire de surface EP2

Cet ouvrage est construit ultérieurement à la mise en service de la phase industrielle pilote en vue d'une mise en service à l'horizon 2080. L'objectif principal de cet ouvrage est de permettre la réception des colis de haute activité, notamment les colis HA1 et HA2, ainsi que certains colis MA-VL vitrifiés stockés dans le quartier de stockage HA.

Le bâtiment nucléaire de surface EP2 est raccordé aux installations existantes par une jonction à l'Est de la tête de descenderie, laquelle comprend des dispositions constructives afin de faciliter le raccordement par un ouvrage de liaison.

Un embranchement du terminal ferroviaire nucléaire est créé en vue d'orienter les wagons vers le bâtiment EP2.

4.4.2.1 La fonction d'exploitation

Les fonctions d'exploitation du bâtiment EP2 sont identiques à celles du bâtiment EP1.

4.4.2.2 Les principes de conception et description

La conception de l'installation nucléaire prévoit la possibilité d'une période de fonctionnement commune des deux bâtiments nucléaires de surface EP1 et EP2. Pendant cette période, certaines fonctions et activités seront transférées du bâtiment nucléaire de surface EP1 vers le bâtiment nucléaire de surface EP2 afin qu'à l'issue de la période de fonctionnement commune, le bâtiment nucléaire de surface EP2 soit autonome.

Les activités qui ne seront plus assurées depuis le bâtiment nucléaire de surface EP1 seront entièrement reportées sur l'installation EP2. Ces fonctions et activités sont les suivantes :

- la conduite de l'installation nucléaire ;
- l'alimentation et la connexion du réseau courant forts HTA ;
- l'automatisation de la chaîne cinématique de transfert des hottes en surface ;
- la connexion physique du réseau CFI, cela comprend l'ensemble des connexions remontant du stockage ;
- l'embranchement du terminal ferroviaire nucléaire vers EP1 est supprimé, l'ensemble du flux ferré est réalisé sur l'embranchement d'EP2 (Figure 4-300).

Figure 4-300 *Illustration de l'aménagement du site à l'issue de la construction du bâtiment nucléaire de surface EP2*

La Figure 4-301 illustre les mesures conservatoires qui sont prises pour l'aménagement des voies ferrées et routières du bâtiment nucléaire de surface EP2.

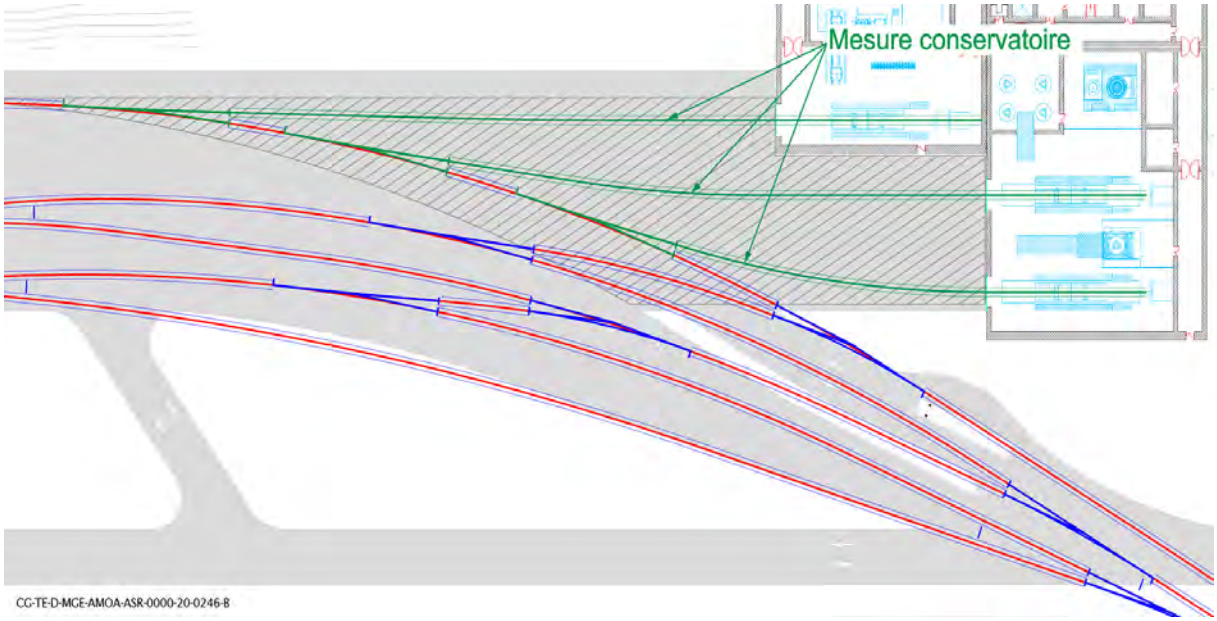


Figure 4-301 *Mesures conservatoires pour le raccordement ferré du bâtiment nucléaire de surface EP2*

La figure 4-302 représente l'ouvrage de liaison du bâtiment nucléaire EP2 pour le raccordement à la tête de descenderie colis.

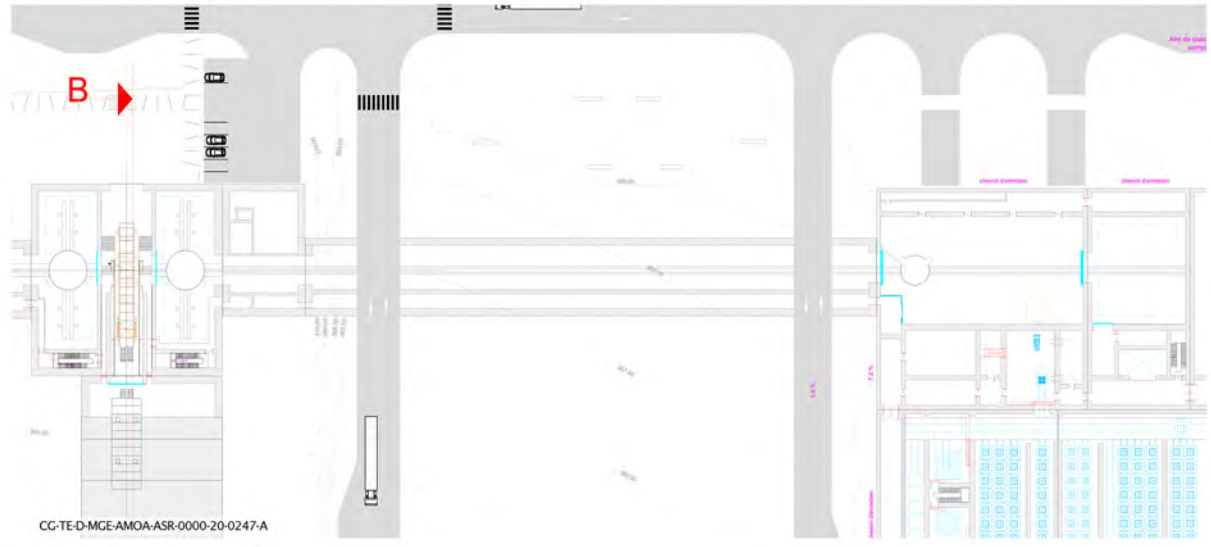


Figure 4-302 *Illustration de l'ouvrage de liaison de la tête de descenderie à EP2*

Le bâtiment nucléaire de surface EP2 reprend globalement l'ensemble des fonctions et activités dans le bâtiment nucléaire de surface EP1. Les séquences fonctionnelles sont également similaires. Des adaptations possibles du bâtiment sont prévues, en lien avec le développement incrémental et les choix de gouvernances ultérieurs.

Certaines simplifications sont possibles par rapport aux types de colis réceptionnés plus standard (colis de déchets vitrifiés) qui permettent l'utilisation d'un système de préhension unique pour les colis primaires et pour les stockages, dont la géométrie est identique.

Le dispositif de transfert des colis par palettes est conservé bien que l'unicité des colis pourrait permettre l'optimisation dimensionnelle de certains locaux comme l'entreposage tampon des colis de stockage.

À ce stade une réserve foncière prudente a été retenue, sans préjuger d'une réduction rendue possible par des optimisations futures.

Les colis primaires réceptionnés dans le bâtiment nucléaire de surface EP2 ont un gabarit et des masses similaires à ceux réceptionnés dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 (plus grande variabilité de colis primaires réceptionnés pendant la première phase d'exploitation).

Comme pour le bâtiment nucléaire de surface EP1, le bâtiment nucléaire de surface EP2 comprend plusieurs zones (Figure 4-303) :

- une zone de réception des wagons ;
- une zone de préparation et d'accostage des emballages de transport ;
- une zone de réception et de préparation des fournitures (conteneurs de stockage neufs notamment) ;
- une zone de déchargement des colis primaires des emballages, de contrôle et de préparation des colis de stockage ;
- une zone d'entreposage tampon des colis de stockage ;
- une zone de fermeture des colis de stockage ;
- une zone de réouverture des colis de stockage ;
- une zone de contrôles hors flux ;
- une zone de mise en hotte des colis de stockage ;
- une zone conventionnelle ;
- une zone de parc à hottes.

Figure 4-303 Illustration des zones du bâtiment nucléaire de surface EP2

4.4.2.3 Le fonctionnement

4.4.2.3.1 Les principes généraux appliqués à EP2

Le process de EP2 est similaire à celui de EP1. L'ensemble des équipements et systèmes installés sur EP1 ont été transposés sur EP2.

L'analyse des flux des déchets moins importants pour la seconde phase d'exploitation permet de simplifier certains principes d'exploitation par rapport au fonctionnement d'EP1, les écarts sont listés ci-après :

- les wagons arrivent un par un dans les installations de EP2 ;
- le retrait des capots de protection des emballages de transports est réalisé directement sur les wagons ;
- seuls les modèles d'emballages TN28 et TN28 VT ont été pris en compte à ce stade pour la définition de EP2. Les flux ne nécessitent qu'une seule ligne de préparation d'emballages ;
- les types de colis primaires pris en compte pour la conception des installations EP2 sont notamment les HA1, HA2 ainsi que certains colis MA-VL vitrifiés qui sont conditionnés dans des conteneurs de stockage HA ;
- les contrôles C2 et C3 sont réalisés sur les emballages ;

- la mise à la verticale est réalisée directement sur le wagon, puis l'ET est transféré directement vers le poste de préparation des emballages ;
- l'ensemble du flux de colis primaires transite par une seule cellule de contrôle C5 ;
- la zone tampon principale des colis de stockage est dimensionnée pour contenir l'équivalent de deux alvéoles soit environ 180 CS ;
- la cellule de conditionnement HA nécessite un poste de soudage, un poste d'usinage, quatre postes de détensionnement, huit postes de refroidissement et un poste de contrôle C6 ;
- un entreposage tampon de colis primaires dimensionné pour la totalité d'un emballage de transport est implanté en zone de déchargement avant le contrôle C5.

4.4.2.3.2 La description du process de EP2

Le process mécanique d'EP2 a été reconduit sur la base des études réalisées pour EP1. Les équipements implantés dans EP2 sont identiques à EP1, leur quantitatif est adapté à la chronique suivant les principes du chapitre précédent.

L'ensemble des études du bâtiment EP2 sont réalisées à un stade d'avant-projet sommaire. Le flux du process est détaillé dans le *listing* suivant par l'énumération de chaque étape (identifiées sur la figure suivante). Ce flux présente uniquement les étapes de transfert de l'emballage jusqu'à son déchargement complet et sa réexpédition vide.

La description ci-dessous liste les étapes du process nucléaire dans le bâtiment EP2 depuis la réception d'un emballage jusqu'au déchargement des colis primaires dans la cellule de déchargement. Les numéros en tête de phrase se rapportent à la figure 4-304 :

1. Réception d'un wagon comprenant un emballage plein dans le hall de réception (possible également en transport routier par camion) ;
2. Séchage du wagon (ou camion) si nécessaire et contrôles radiologiques (C2) :
   - ✓ ouverture de la canopy (si nécessaire) ;
   - ✓ contrôle radiologique des parties inférieures (fin C2) ;
3. Retrait des capots de protection de l'emballage :
   - ✓ dévissage des capots ;
   - ✓ retrait capot par le pont ;
4. Contrôle C3 ;
5. Mise à la verticale et transfert au pont roulant de l'emballage sur le chariot ET ;
6. Expédition du wagon vide :
   - ✓ contrôle radiologique du wagon (ou camion) vide ;
   - ✓ fermeture de la canopy (si nécessaire) ;
   - ✓ évacuation du camion vide ;
7. Préparation de l'emballage au poste de préparation :
   - ✓ contrôle C4 ;
   - ✓ pose de la bride d'accostage ;
8. Transfert par chariot de l'emballage au poste d'accostage ;
9. Accostage de l'emballage avec le chariot transbordeur puis retrait du bouchon de cellule et retrait du couvercle d'emballage au pont roulant ;
10. Extraction des colis primaires de l'emballage et mise en tampon dans la cellule ;
11. Repose du bouchon de l'accostage de l'emballage et désaccostage ;
12. Transfert par chariot de l'emballage au poste de préparation ;
13. Préparation des emballages à la remise en configuration de transport :
    - ✓ retrait de la bride d'accostage ;
    - ✓ contrôles de contamination ;

14. Transfert par chariot de l'emballage vers la zone de prise de l'emballage au pont roulant, désarrimage de l'emballage ;
15. Réception d'un wagon vide (ou d'un camion) dans le hall de réception des emballages ;
16. Transfert de l'emballage désarrimé sur le wagon (ou camion) ;
17. Remise en conformité de l'emballage pour le transport :
    - ✓ mise à l'horizontale ;
    - ✓ contrôle C3 ;
    - ✓ remise des capots de protection ;
    - ✓ vissage des capots ;
    - ✓ contrôle radiologique des parties inférieures (C2) ;
    - ✓ fermeture de la canopy si elle existe ;
    - ✓ contrôles radiologiques (C2).
18. Transfert par le locotracteur du wagon chargé de l'emballage vide vers le terminal ferroviaire en attente de recomposition d'un convoi (ou transfert d'un camion avec l'emballage vide vers la sortie de l'INB).

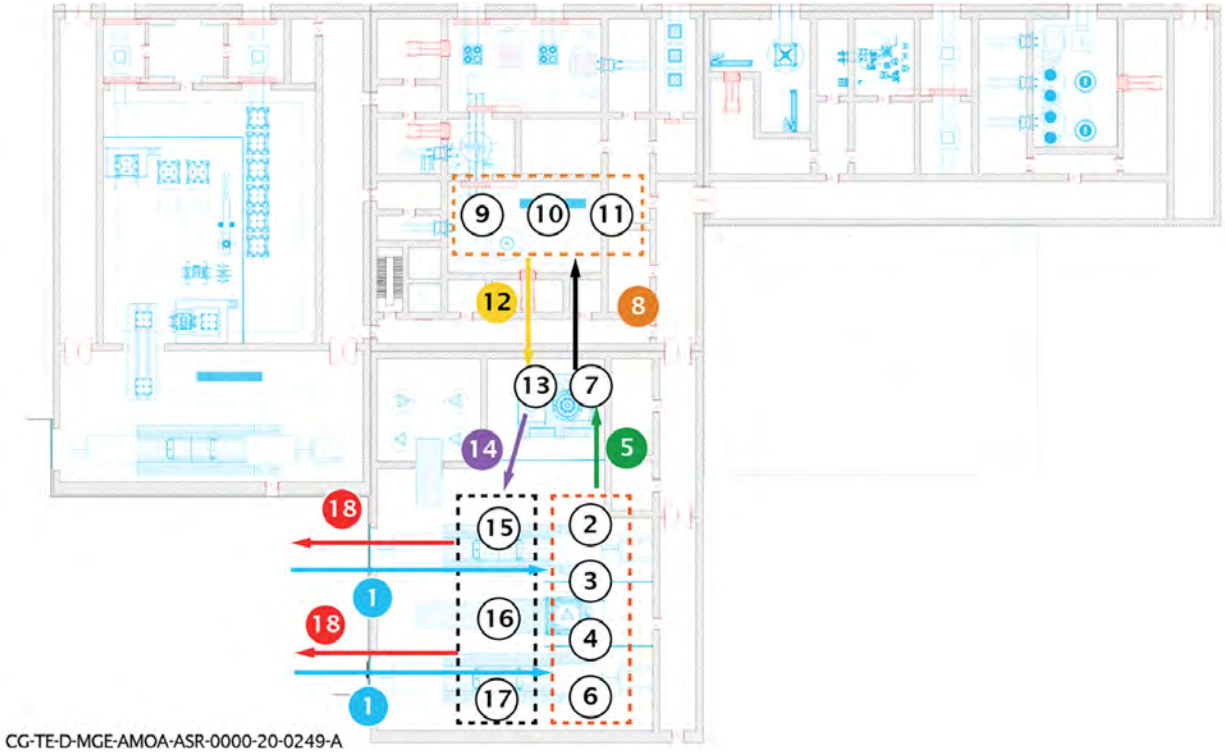


Figure 4-304 *Schématisation du process de déchargement des emballages de transport dans le bâtiment EP2*

La description ci-dessous liste les étapes du process nucléaire dans le bâtiment EP2 après le déchargement des colis primaires dans la cellule de déchargement jusqu'au transfert des colis de stockage confectionnés en hotte vers la tête de descenderie colis. Les numéros en tête de phrase se rapportent à la Figure 4-305 :

1. Dépose du colis primaire sur le chariot de transfert ;
2. Transfert des colis primaires au poste de contrôle C5 ;
3. Contrôle C5 :
    - ✓ contrôle dosimétrique ;
    - ✓ contrôle de contamination surfacique ;

- ✓ contrôle géométrique ;
- ✓ contrôle thermique ;
- ✓ visuel ;

4. Transfert du colis primaire au poste de préparation des colis de stockage ;
5. Ouverture du conteneur par une grue vélocipédique ;
6. Chargement du colis primaire dans un conteneur de la palette ;
7. Repose du couvercle de conteneur ;
8. Transfert de la palette contenant quatre colis de stockage en cellule de fermeture des colis de stockage HA (ou en zone tampon si la cellule est déjà occupée) ;
9. Transfert du colis de stockage depuis la palette vers le poste de :
   - ✓ contrôle des faces à souder ;
   - ✓ soudage ;
   - ✓ usinage ;
   - ✓ détensionnement ;
   - ✓ refroidissement ;
   - ✓ contrôle C6 : Contrôles non destructifs par sondes ;
   - ✓ chargement du colis de stockage sur la palette ;
10. Transfert de la palette en zone tampon ;
11. Transfert de la palette avec quatre colis de stockage en cellule de mise en hotte ;
12. Contrôle C7 du colis de stockage ;
13. Transfert du Colis de stockage sur le basculeur ;
14. Chargement de la hotte pour transfert de la hotte par la navette vers le funiculaire.

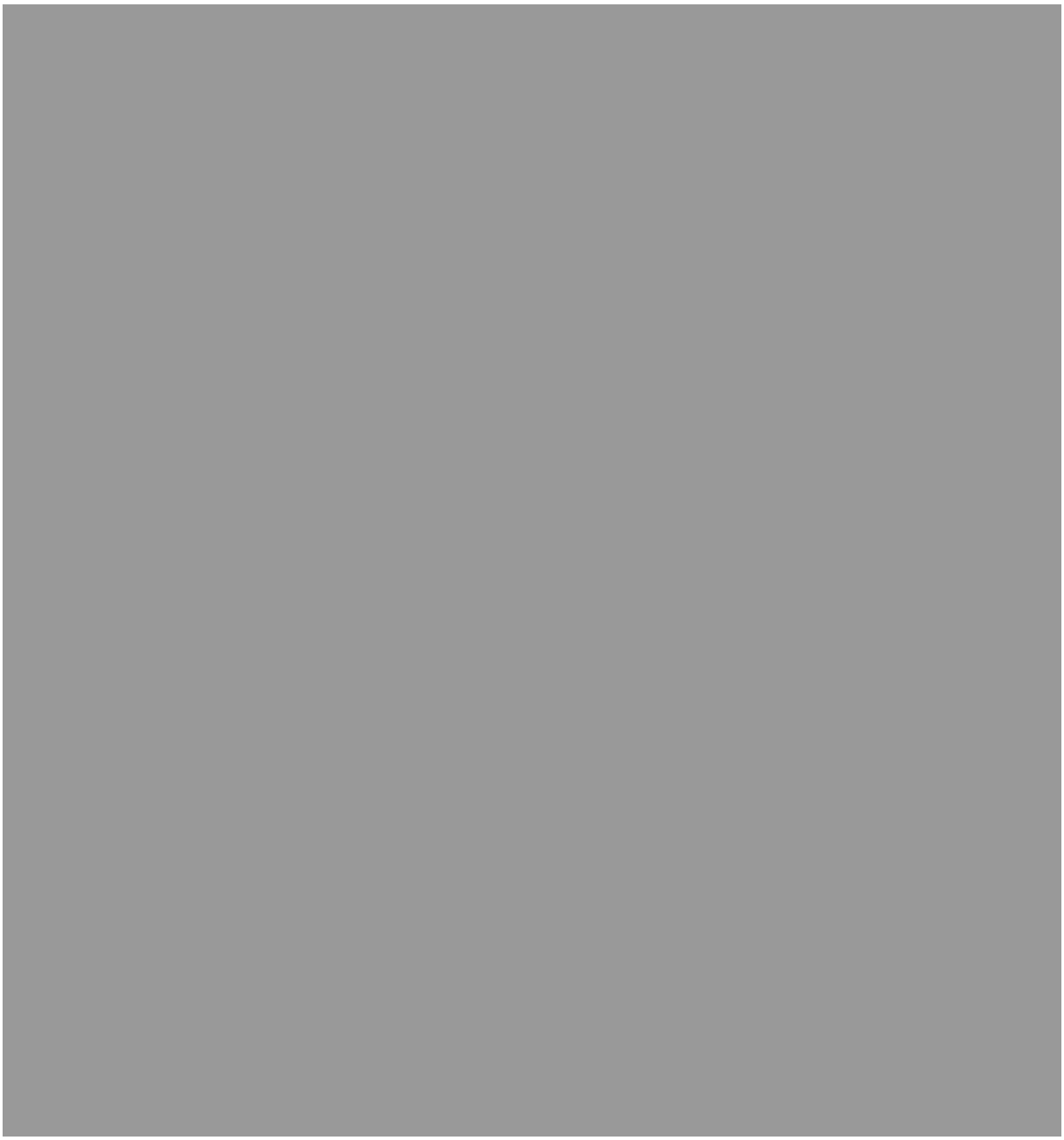


Figure 4-305 *Schématisation du process de déchargement des colis primaires et de confection des colis de stockage jusqu'à leur mise en hotte dans le bâtiment nucléaire de surface EP2*

5

La descenderie colis et les galeries de liaison

5.1 Les fonctions d'exploitation 454
5.2 Les principes de conception et la description 455
5.3 Le fonctionnement 484

Ce chapitre a pour objet de présenter la descenderie colis dédiée au transfert des colis dans leur hotte de transfert. Il présente également le transfert des colis dans leur hotte par les chariots de transfert fond depuis la gare basse de la descenderie colis, *via* le carrousel et les galeries de liaisons, jusqu'aux intersections avec les galeries d'accès (cf. Figure 5-1).

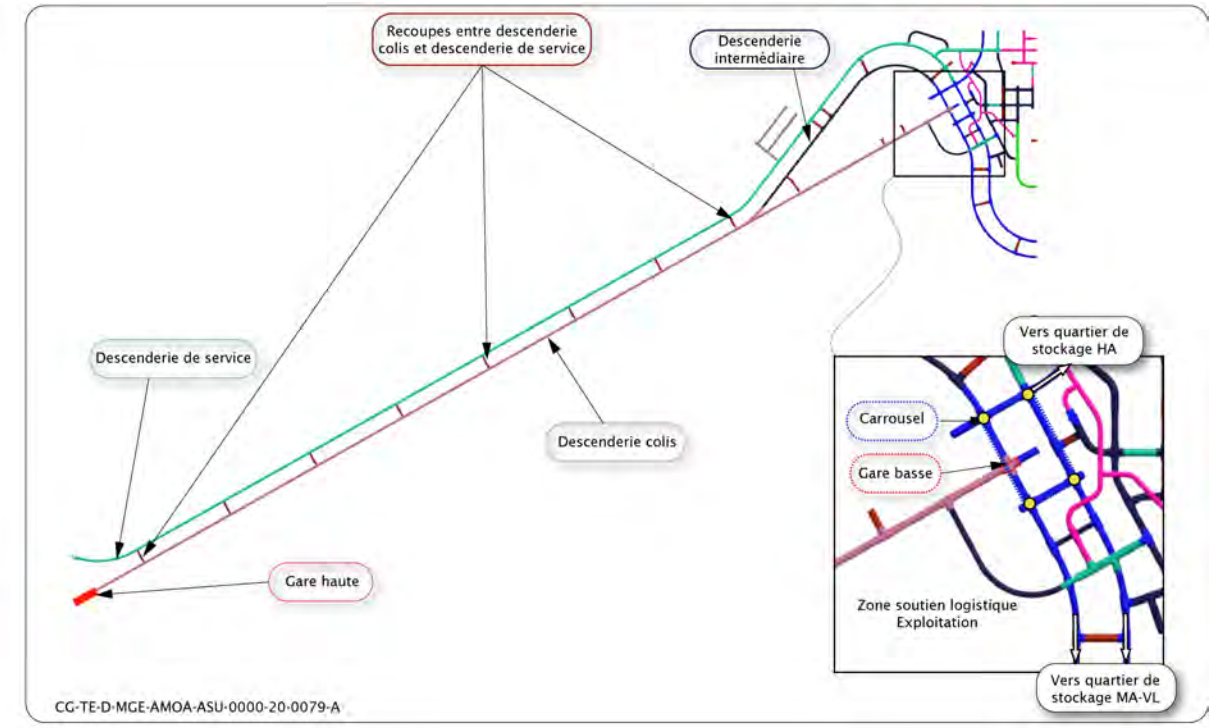


Figure 5-1 Illustration de la localisation des ouvrages de la descenderie colis

Sont également évoquées dans ce chapitre, mais développées ailleurs[6] plus en détail :

- la tête de descenderie colis, dont la gare haute fait partie, qui est décrite plus largement dans le chapitre 4 du présent volume ;
- la descenderie de service, dédiée aux fonctions d'exploitation autres que le transfert des colis et assurant une fonction de soutien à la descenderie colis, et qui est décrite au chapitre 9.3 du présent volume ;
- les recoupes techniques et d'évacuation/secours entre la descenderie colis et la descenderie de service, entre la descenderie colis et la descenderie de service intermédiaire ainsi que les galeries borgnes de la descenderie colis qui sont présentées au chapitre 9.3 du présent volume.

5.1 Les fonctions d'exploitation

Un funiculaire assure le transfert des hottes (vide ou chargée d'un colis) dans la descenderie colis dans les deux sens de marche. Les chariots de transfert fond assurent le transfert des hottes dans les galeries de liaison.

Les fonctions d'exploitation de la descenderie colis, du carrousel et des galeries de liaison sont les suivantes :

[6] Les risques liés aux opérations de manutention des différents équipements de ce chapitre sont présentés dans le au chapitre 3.1.2 du volume 9 du présent rapport.

- permettre le transfert des colis de stockage dans leur hotte de transfert vers les ouvrages souterrains au travers des sous-fonctions suivantes :
  - ✓ chargement/déchargement des hottes en gare haute ;
  - ✓ transfert des hottes dans le tunnel de la descenderie colis ;
  - ✓ déchargement/chargement des hottes en gare basse ;
  - ✓ transfert des hottes au travers du carrousel dans la zone de soutien logistique exploitation qui permet la distribution des hottes vers les galeries de liaison jusqu'au galerie d'accès ;
- permettre la ventilation de la descenderie colis et du carrousel ;
- permettre la circulation et la maintenance des installations au travers d'un cheminement sécurisé pour le personnel ;
- permettre le retour des hottes vide ou d'un colis de stockage en hotte (cas du retrait de colis) depuis les ouvrages souterrains vers l'installation de surface par inversion du processus de transfert.

5.2 Les principes de conception et la description

5.2.1 La présentation générale

La descenderie colis, d'une longueur totale d'environ 4 200 mètres, présente une pente de l'ordre de 12 %. Elle est creusée selon une trajectoire rectiligne depuis la tête de descenderie colis (gare haute) jusqu'à la gare basse du funiculaire (cf. Figure 5-2).

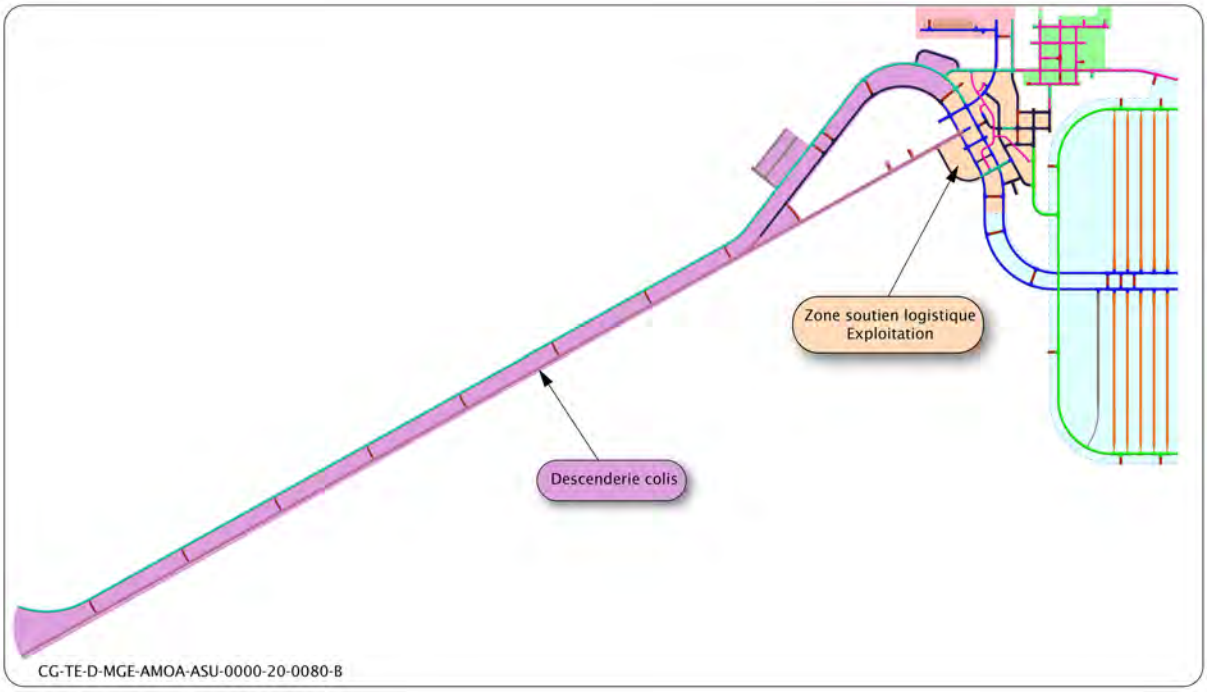


Figure 5-2 *Illustration de la localisation des ouvrages de la descenderie colis et de la ZSL Exploitation*

La descenderie colis est composée de trois parties principales (cf. Figure 5-3) :

- la tête de descenderie colis, reliée à au bâtiment nucléaire de surface, et qui intègre la gare haute ainsi que la zone de maintenance et machineries ;
- le tunnel de la descenderie colis ;
- le pied de descenderie colis, relié aux ouvrages souterrains , qui intègre la gare basse et la zone de renvoi du câble du funiculaire.

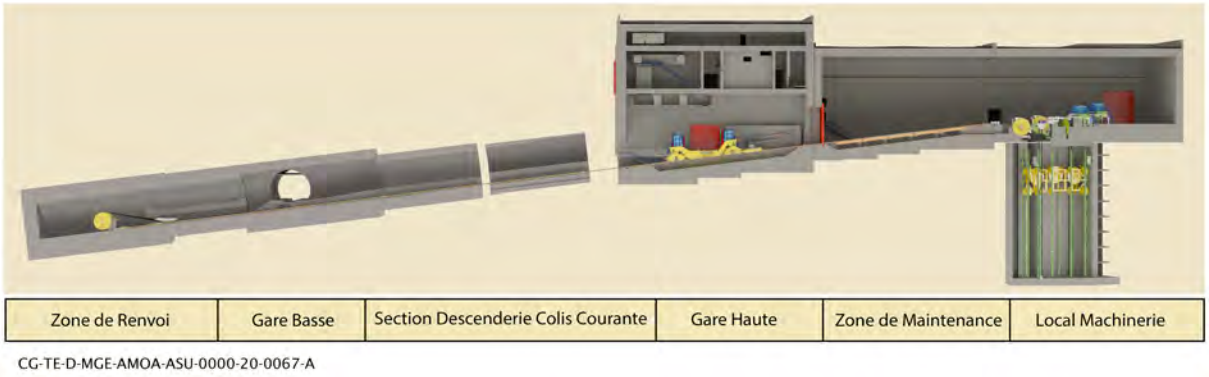


Figure 5-3 *Schéma en coupe de la descenderie colis et du système funiculaire*

5.2.2 Le principe de fonctionnement du funiculaire

La translation du véhicule funiculaire s'effectue selon le principe d'une boucle mouflée (cf. Figure 5-4).

Figure 5-4 *Schéma de principe du fonctionnement de la boucle mouflée*

Le moufle est composé de deux poulies de synchronisation fixées sous le véhicule funiculaire. L'entraînement du câble se fait par la rotation des deux poulies motrices situées en gare haute. La tension est assurée par trois poulies de tension disposées sur le contrepoids unique implanté dans la fosse au niveau du local machinerie.

En fonctionnement normal, les deux poulies motrices tournent simultanément en sens opposé. Les poulies de renvoi au niveau de la gare basse tournent dans le même sens. Les poulies de synchronisation permettent d'absorber les légères différences de vitesse de rotation des deux motrices.

La boucle mouflée facilite le contrôle du câble par l'absence de système de fixation entre le véhicule et le câble.

5.2.3 Les installations

5.2.3.1 La tête de descenderie colis

La tête de descenderie colis (cf. Figure 5-5), reliée au bâtiment nucléaire de surface EP1, constitue l'interface entre la surface et le fond.

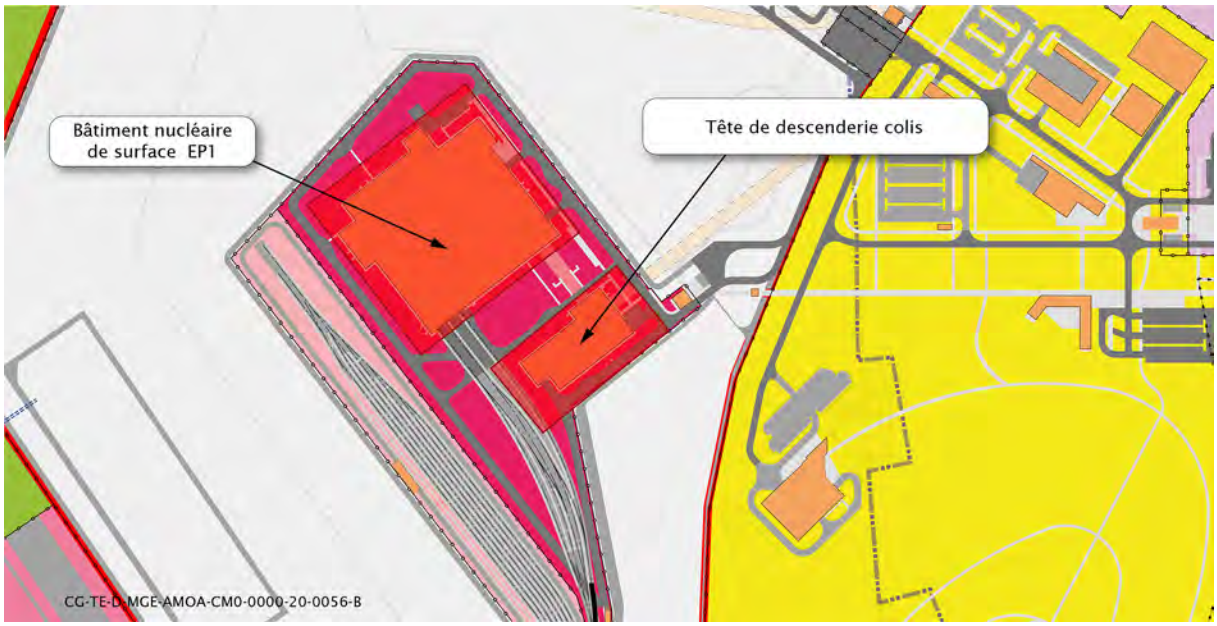


Figure 5-5 Illustration de la localisation de la tête de descenderie colis

La tête de descenderie colis se décompose en quatre zones distinctes (cf. Figure 5-6) :

- zone machinerie et de tension ;
- zone de maintenance ;
- zone de sécurité ;
- zone de chargement/déchargement.

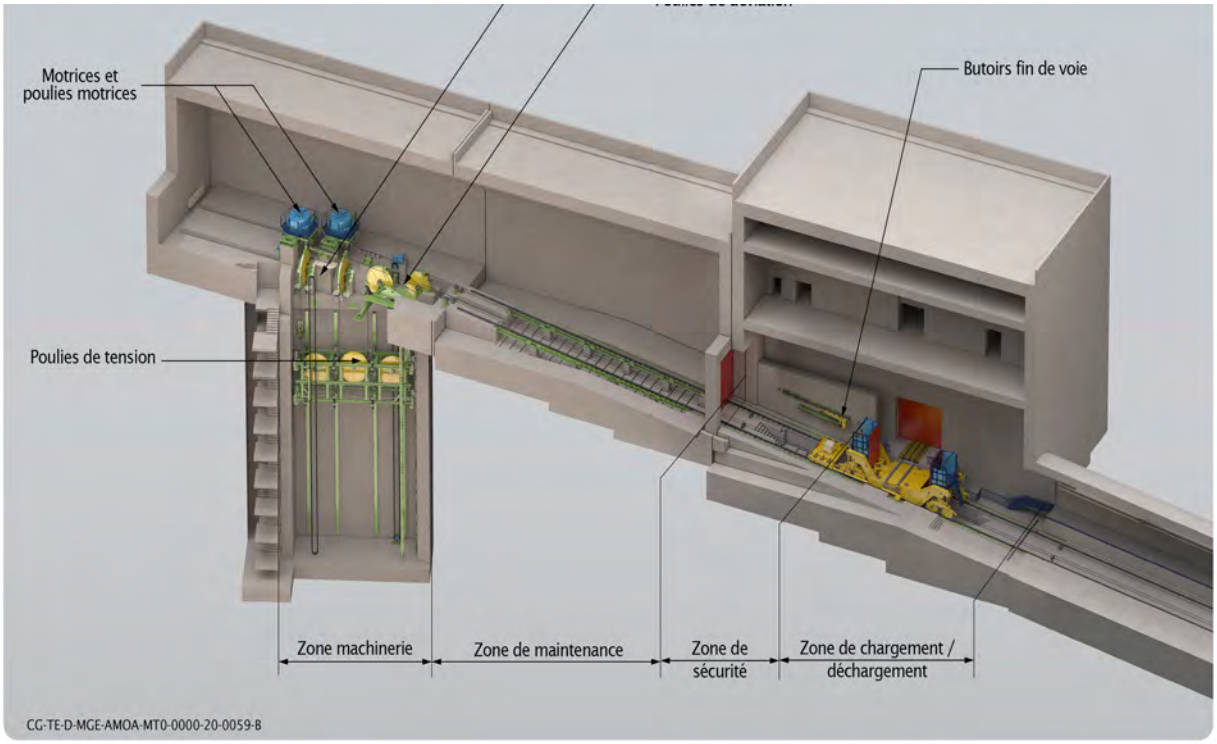


Figure 5-6 Illustration de l'aménagement de la tête de descenderie colis

5.2.3.1.1 La zone de machinerie et de tension

Cette zone comporte la machinerie qui entraîne le véhicule. La machinerie se compose de deux moteurs couplés directement à deux poulies motrices qui entrainent ensemble le câble, ce qui permet le déplacement du véhicule.

Le ralentissement et le freinage sont assurés par la motorisation électrique en cas de décélération normale, à l'approche d'une gare.

Les freins de service et les freins de secours sont constitués de plusieurs freins hydrauliques à pinces disposés autour de chaque poulie motrice (cf. Figure 5-7). Les freins de service sont enclenchés lorsque le véhicule est à l'arrêt en gare haute ou basse. Les freins de secours prennent le relais lorsque les freins de service n'arrivent pas à assurer leur rôle.

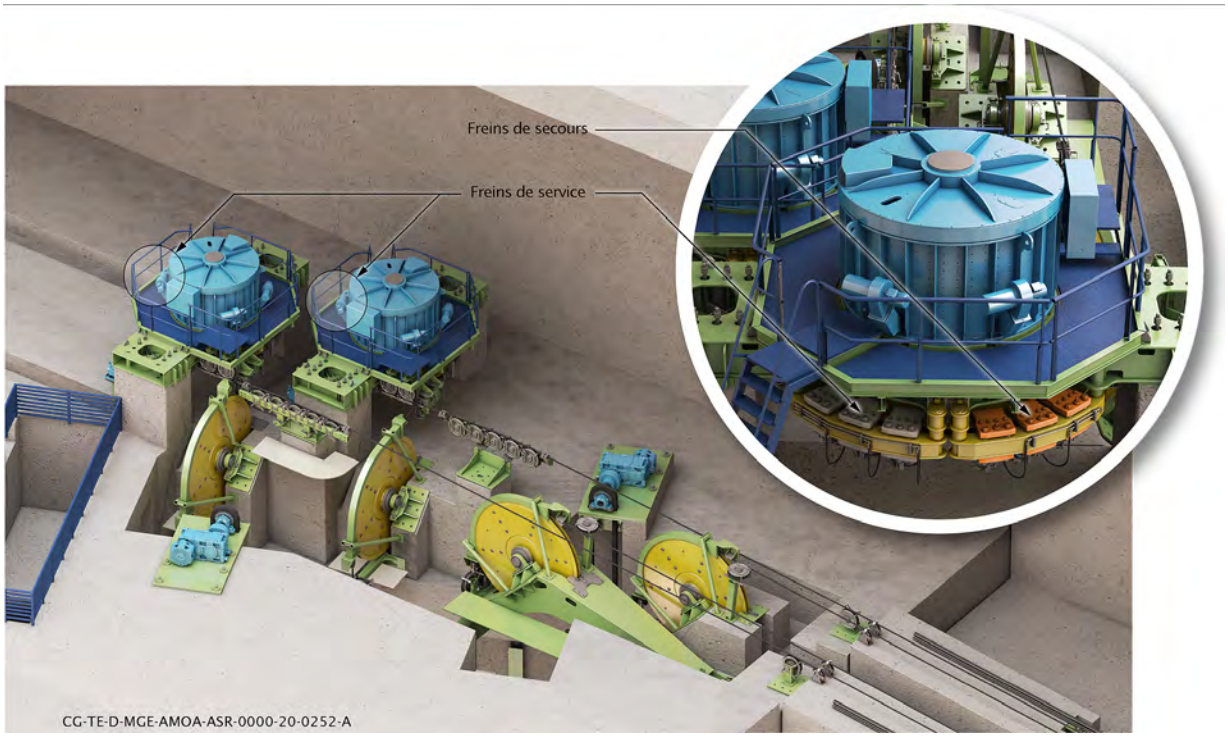


Figure 5-7 Illustration de la machinerie du funiculaire

La déviation du câble est assurée par des poulies de déviation ou par des galets de déviation montés en série pour former des balanciers.

Un système de tension par contrepoids génère une tension suffisante dans le câble pour assurer son adhérence avec les poulies motrices (cf. Figure 5-8).

Figure 5-8 Illustration du système de tension par contrepoids

5.2.3.1.2 La zone de maintenance

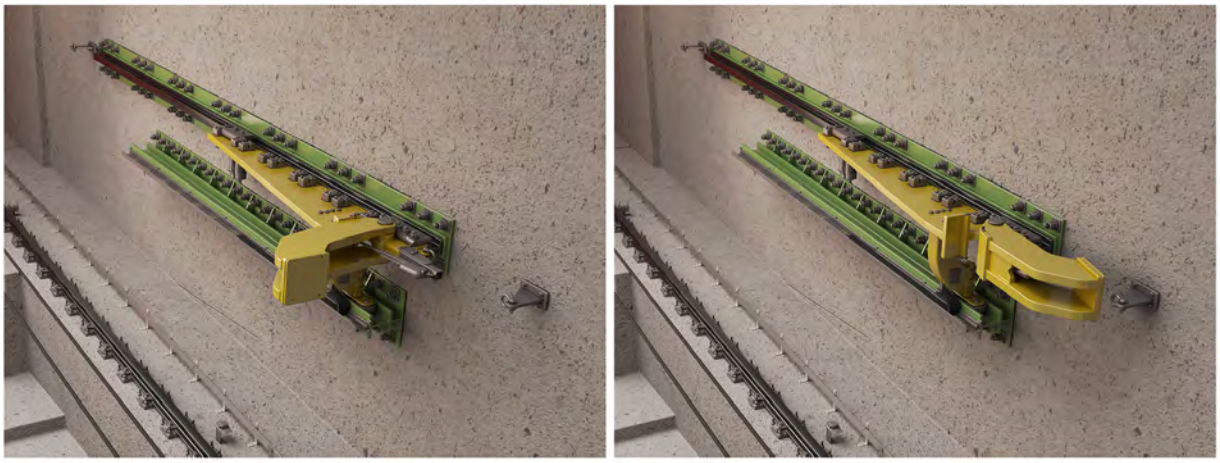
Cette zone est prévue pour les opérations de maintenance. Elle comporte une fosse de visite et un poste de conduite équipement pour déplacer le véhicule lors des opérations de maintenance et de réglage.

Une porte guillotine sépare la zone de maintenance de la zone de sécurité.

5.2.3.1.3 La zone de sécurité

La zone de sécurité accueille deux butoirs de fin de voie à effet amorti qui ont pour fonction d'arrêter le véhicule en cas de non-arrêt lors de son entrée en gare haute (cf. Figure 5-9).

Ces butoirs sont escamotables de façon à laisser passer le véhicule en zone de maintenance.



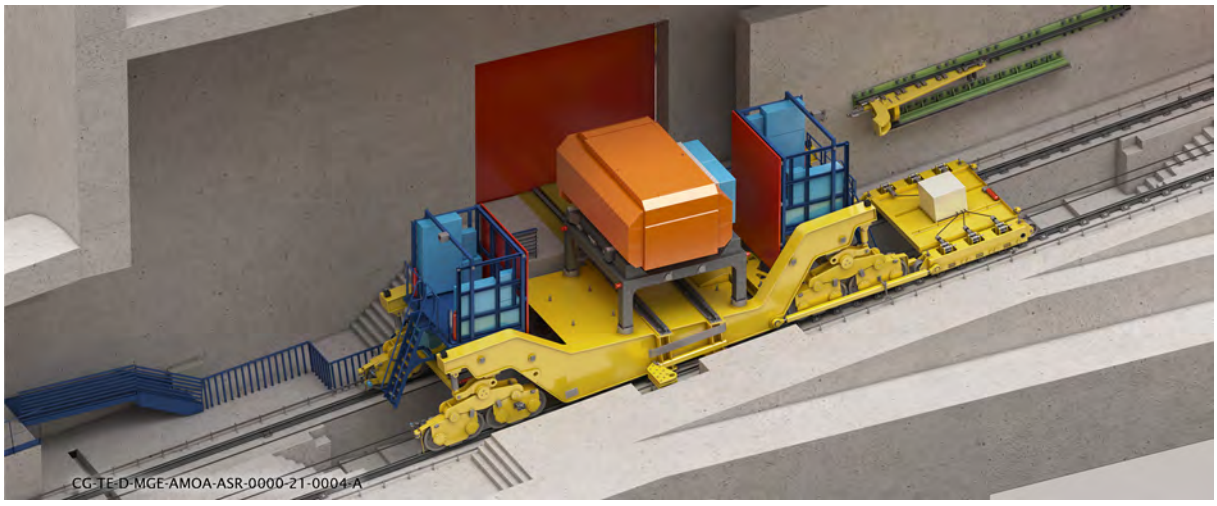
CG-TE-D-MGE-AMOA-ASR-0000-20-0254-A

Figure 5-9 *Illustration des butoirs de fin de voie - en position « sortie » à gauche et « rentrée » à droite*

5.2.3.1.4 La zone de chargement et de déchargement

Le véhicule du funiculaire se positionne dans cette zone, en vis-à-vis des voies de roulement des navettes de surface qui chargent et déchargent les hottes sur le véhicule (cf. Figure 5-10).

Un système de butées escamotables permet d'assurer le maintien et la mise en position précise du véhicule lors des phases de chargement et de déchargement.



CG-TE-D-MGE-AMOA-ASR-0000-21-0004-A

Figure 5-10 *Illustration de la zone de chargement/déchargement en gare haute du funiculaire*

5.2.3.2 Le corps de la descenderie colis

Les ouvrages de génie civil le long du corps de la descenderie colis sont :

- conçus en soutènement/revêtement « rigide » en dehors du Callovo-Oxfordien.
- réalisés avec un soutènement/revêtement « souple » permettant d'absorber les déformations différées du terrain dans le Callovo-Oxfordien.

Le revêtement est étanche entre les formations du kimméridgien jusqu'au Callovo-Oxfordien et étanche au niveau des Calcaires du Barrois.

La collecte et le renvoi des eaux d'exhaure s'effectuent en pied de descenderie via la recoupe albraque.

Dans la descenderie colis, deux voies de circulation piétons disposées de part et d'autre des rails du funiculaire sur des quais hauts ou « banquettes » permettent la surveillance et la maintenance des équipements (Figure 5-11 ; Figure 5-12). Elles assurent également des fonctions d'évacuation/secours en cas de situation incidentelle ou accidentelle. Ces voies de circulation permettent l'intégration des multitubulaires et des chambres de tirage nécessaires au cheminement des réseaux.

Le revêtement définitif bicouche de la descenderie colis est composé de béton et de matériau compressible.

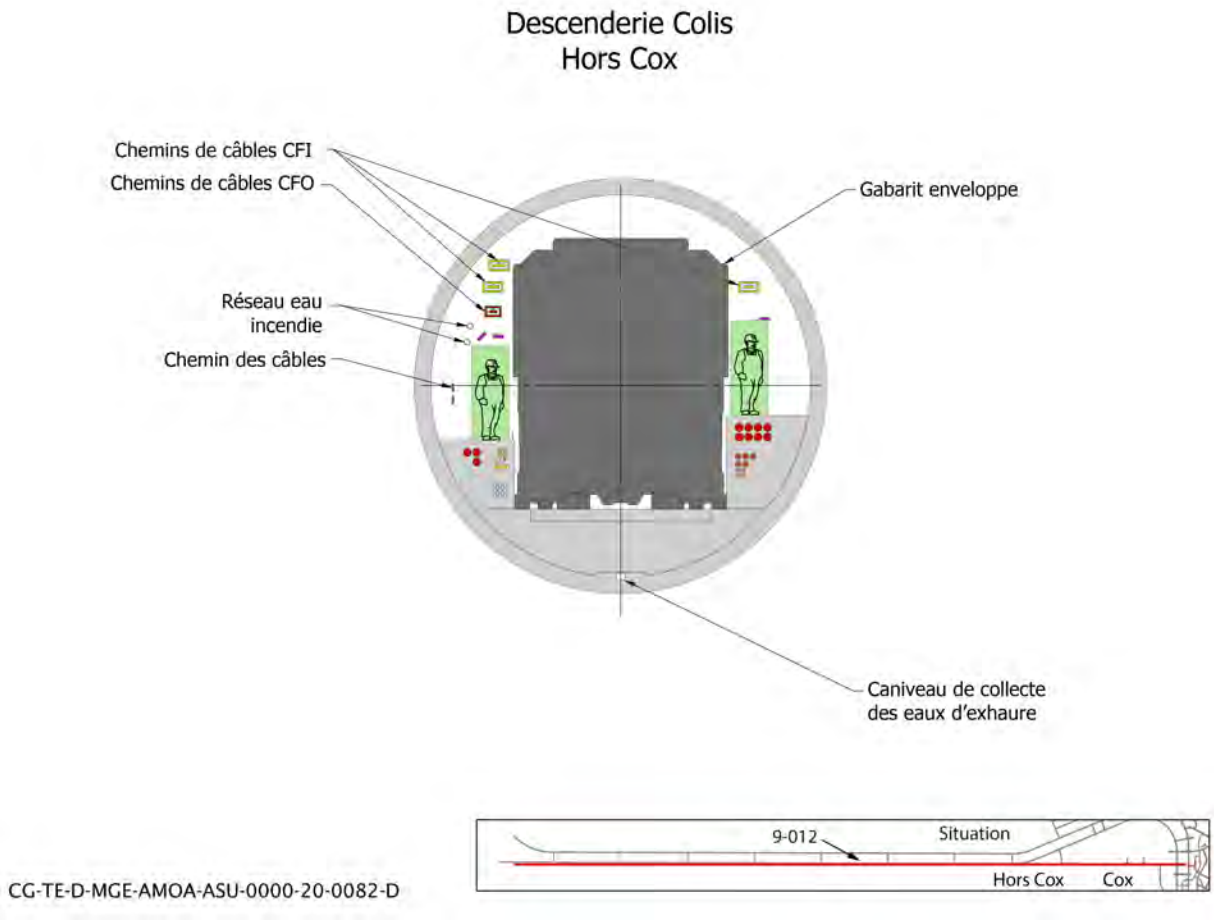


Figure 5-11 *Illustration de la descenderie colis – Section en dehors du Callovo-Oxfordien*

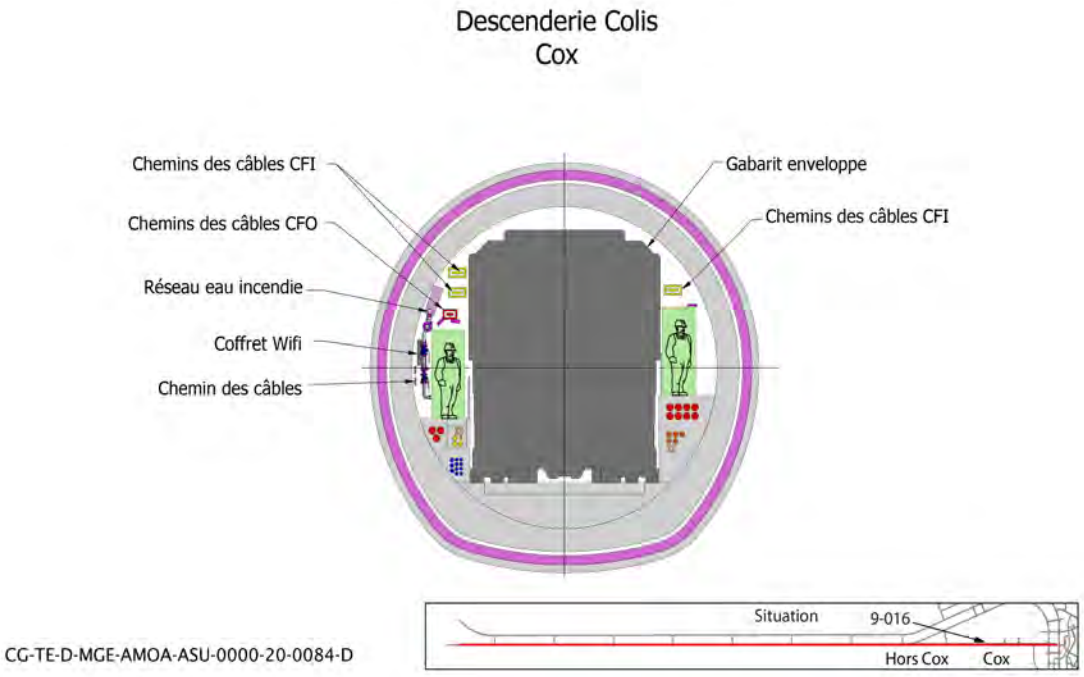


Figure 5-12 Descenderie colis – Section dans le Callovo-Oxfordien

Des recoupes relient les deux descenderies (descenderie colis et descenderie de service) distantes d'une cinquantaine de mètres. Ces recoupes abritent des locaux CFI/CFO nécessaires à l'alimentation des équipements électriques se trouvant dans les descenderies et assurent les fonctions d'évacuation et d'intervention en situation incidentelle ou accidentelle. Ces recoupes sont décrites au chapitre 9 du présent volume.

5.2.3.3 Le pied de descenderie colis

Le pied de la descenderie colis ou gare basse est l'extrémité en cul-de-sac de la descenderie colis.

La gare basse est également de conception bicouche (cf. Figure 5-13). Une carrure en croix est formée par l'intersection de la galerie de liaison en zone de soutien logistique exploitation creusée au tunnelier et et la gare basse creusée au brise roche hydraulique.

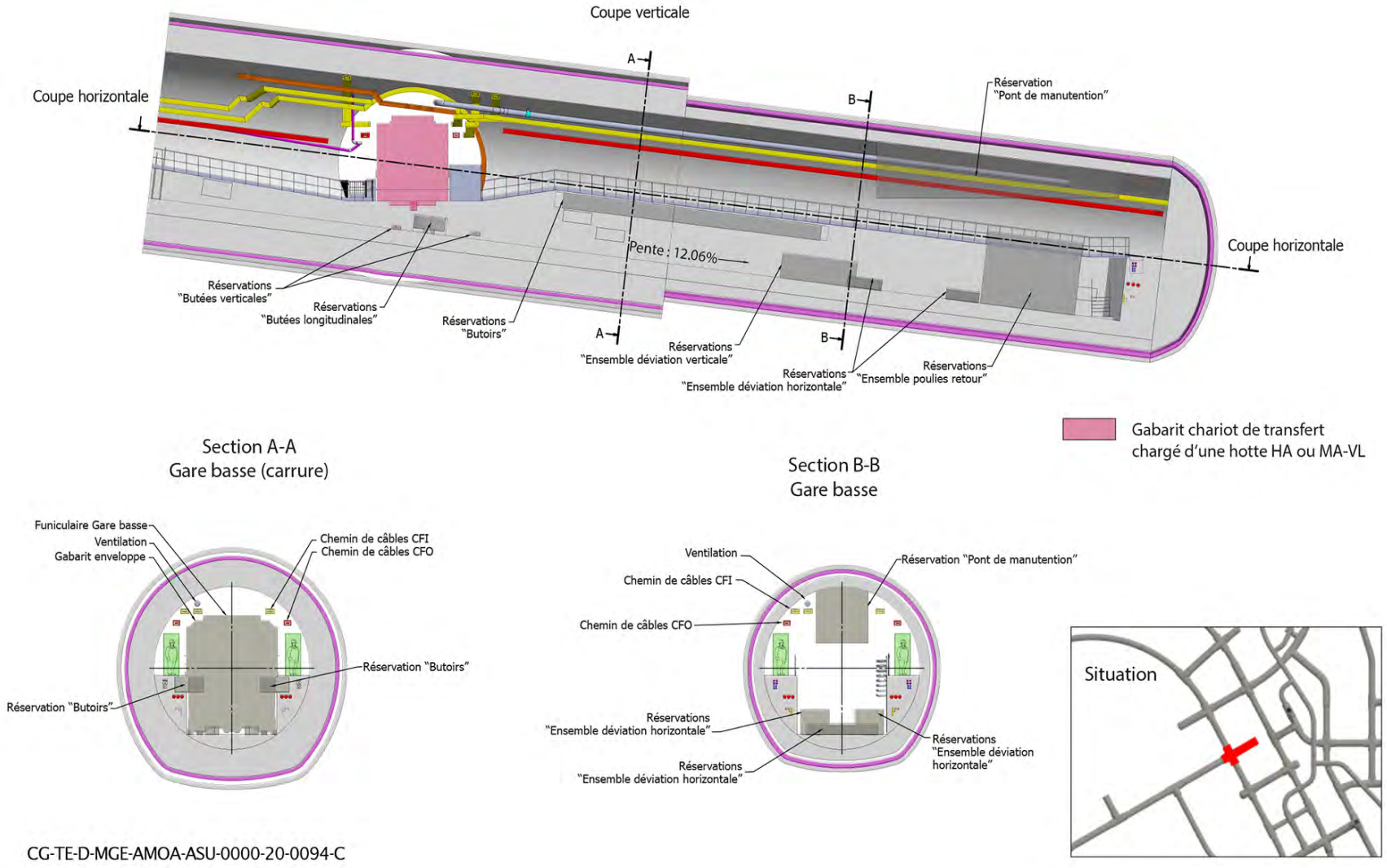


Figure 5-13 Illustration de la descenderie colis – Gare basse – Coupe verticale et sections

La gare basse en pied de descenderie colis comporte trois zones distinctes (cf. Figure 5-14) :

- zone de chargement/déchargement (gare basse) ;
- zone de sécurité ;
- zone de renvoi du câble.

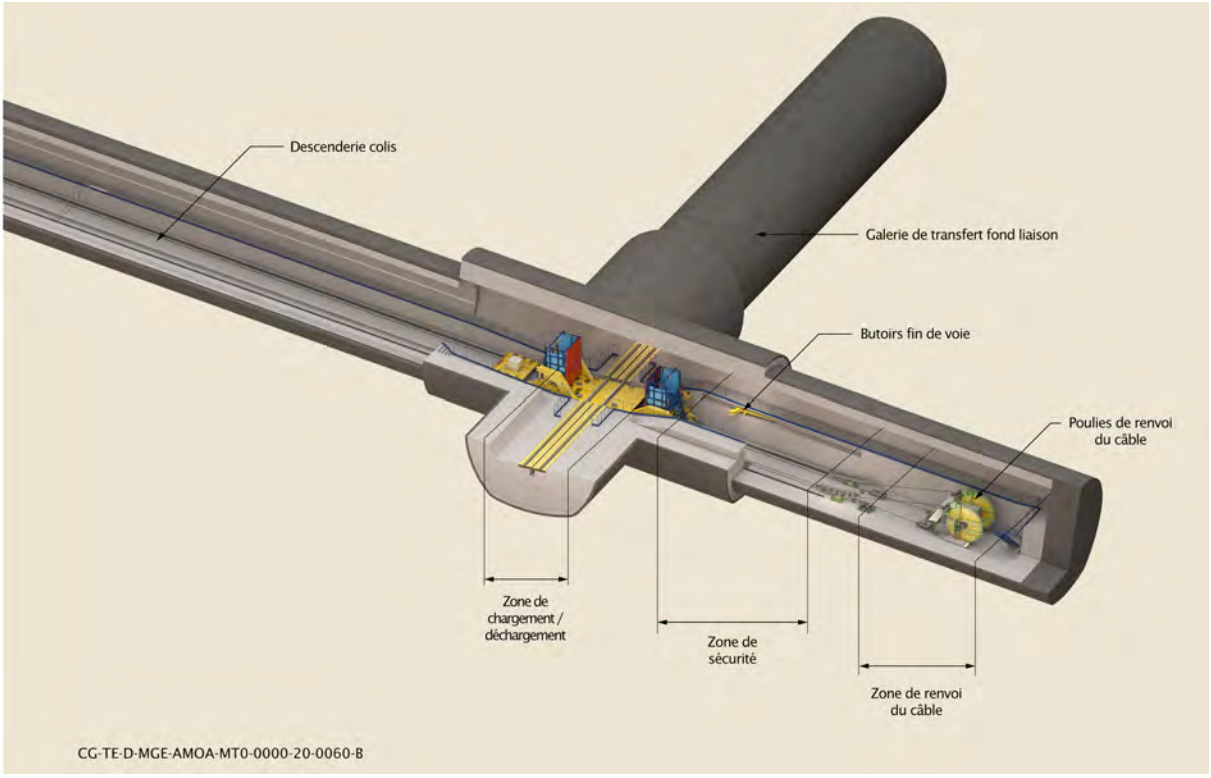


Figure 5-14 Illustration de l'aménagement de la gare basse du funiculaire

5.2.3.3.1 La zone de chargement/déchargement

La conception de la zone de chargement/déchargement de la gare basse est similaire à celle de la gare haute.

Un poste local de conduite équipement permet de déplacer le véhicule lors des opérations de réglage ou de maintenance.

5.2.3.3.2 La zone de sécurité

La zone de sécurité accueille deux butoirs de fin de voie à effet amorti qui ont pour fonction d'arrêter le véhicule en cas de non-arrêt lors de son entrée en gare basse.

5.2.3.3.3 La zone de renvoi du câble

La zone de renvoi du câble comprend des galets et deux poulies de renvoi fixées sur un châssis mécano-soudé (cf. Figure 5-15). Les poulies de renvoi permettent la déviation du câble pour le renvoyer vers la gare haute et la poulie de synchronisation basse du véhicule.

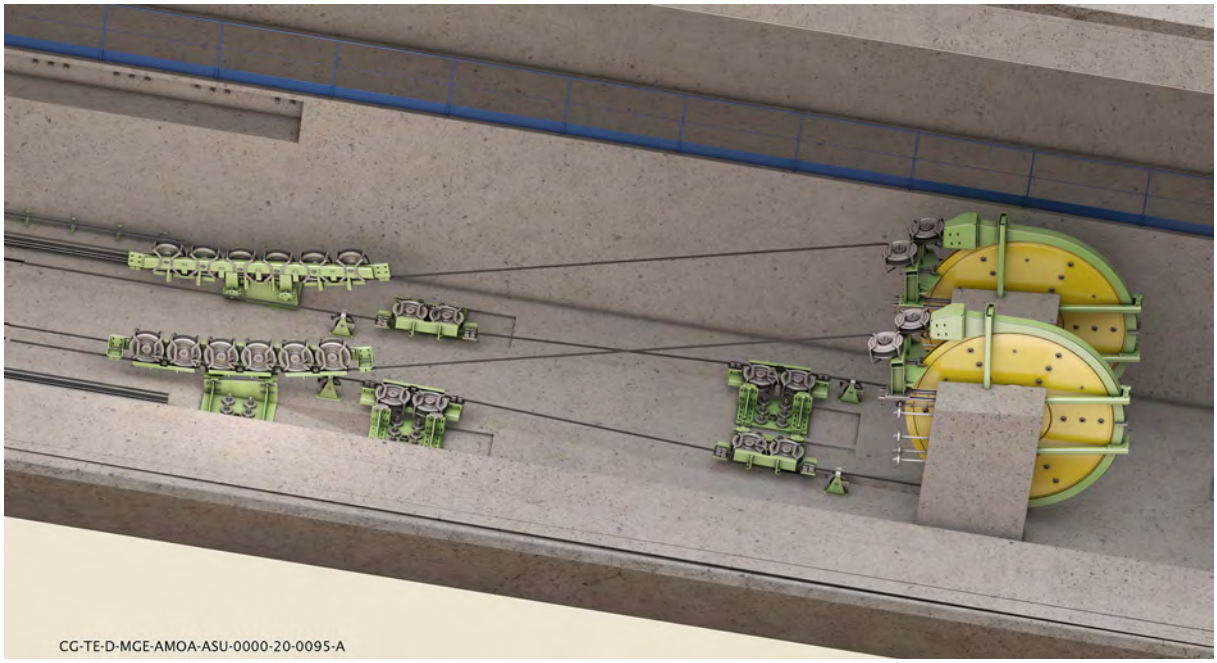


Figure 5-15 Illustration de la zone de renvoi du câble en gare basse du funiculaire

5.2.4 Les ouvrages et fonctions connexes

5.2.4.1 Le carrousel

Le carrousel est l'interface entre la gare basse et les galeries de liaisons HA et MA-VL (cf.Figure 5-16). Il est équipé de voies de roulement pour les chariots de transfert fond et de tables tournantes pour permettre les changements de direction de ces chariots.

Figure 5-16 Illustration du carrousel de la zone de soutien logistique exploitation

Dans le cas des opérations de mise en stockage, les hottes pleines arrivent de la surface par le funiculaire. Elles sont ensuite prises en charge par les chariots de transfert fond et dirigées dans le carrousel vers la galerie de liaison desservant la zone de stockage adaptée aux colis chargés dans les hottes (deux galeries en parallèle pour MA-VL, une galerie unique pour HA).

Quatre tables tournantes de chariot de transfert fond sont positionnés aux quatre coins du carrousel. Ces tables permettent aux chariots d'accéder de part et d'autre de la gare basse du funiculaire pour permettre son chargement et son déchargement ainsi qu'à la zone de soutien logistique exploitation.

Les intersections en croix où sont implantées les tables tournantes de chariots sont plus larges pour permettre aux chariots de transfert fond de tourner sur ces tables tournantes. À cet effet, un chanfrein est prévu à chaque angle.

5.2.4.2 Les galeries de liaison

Dans le prolongement des descenderies, deux galeries de liaison MA-VL assurent la desserte des quartiers de stockage MA-VL et une galerie de liaison HA dessert le quartier pilote HA et à terme, le quartier de stockage HA.

5.2.4.2.1 Les galeries de liaison MA-VL

Les deux galeries de liaison MA-VL sont réalisées dans le prolongement des descenderies service et colis et se poursuivent jusqu'aux galeries d'accès aux alvéoles du quartier de stockage MA-VL (cf. Figure 5-17). Le revêtement définitif est constitué par des anneaux de voussoirs préfabriqués bicouches avec une couche compressible.

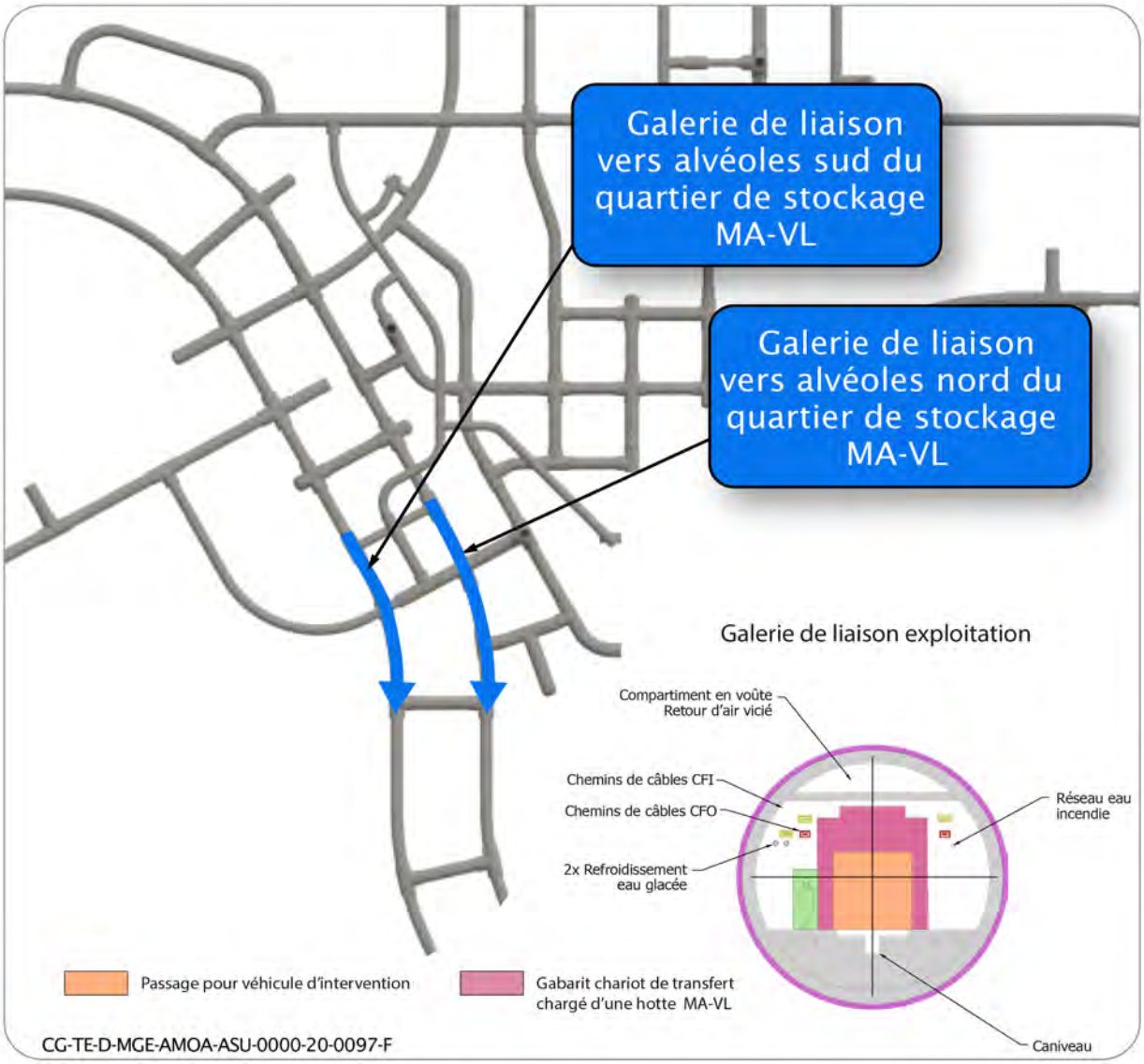


Figure 5-17 *Illustration de la localisation et de la section des galeries de liaison MA-VL*

5.2.4.2.2 La galerie de liaison HA

La galerie de liaison HA se situe dans le prolongement du carrousel. À partir de la table tournante nord-est du carrousel. Elle permet le passage des chariots de transfert fond des hottes de transfert HA.

La galerie de liaison HA est de conception bicouche (cf. Figure 5-18).

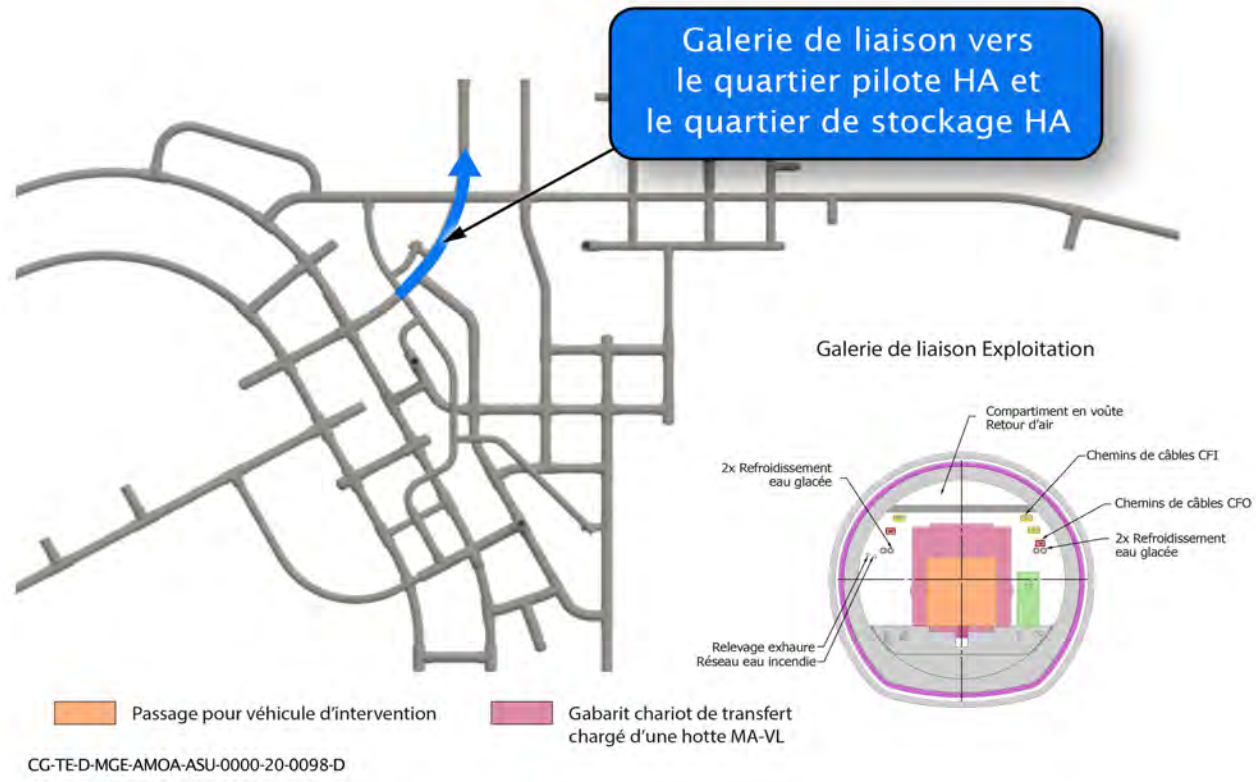


Figure 5-18 Illustration de la localisation et de la section de la galerie de liaison HA

5.2.4.3 Les sas écluses

Les sas écluses répondent à un besoin de délimitation des zones de ventilation entre le carrousel (zone de ventilation de la zone de soutien logistique exploitation) et les galeries de liaison HA ou MA-VL (cf. Figure 5-19). Ils permettent notamment l'équilibrage et la limitation des perturbations aérauliques dans les réseaux.

Figure 5-19 *Illustration de la localisation des sas écluses et des portes de sectorisation du carrousel*

Le fonctionnement des sas écluses est présenté au chapitre 12 du présent volume.

5.2.5 Les équipements

5.2.5.1 Le véhicule funiculaire

Le véhicule du funiculaire est un chariot sur rails destiné à acheminer les hottes de transfert HA (cf. Figure 5-20) ou les hottes de transfert MA-VL (cf. Figure 5-21) entre les gares haute et basse.

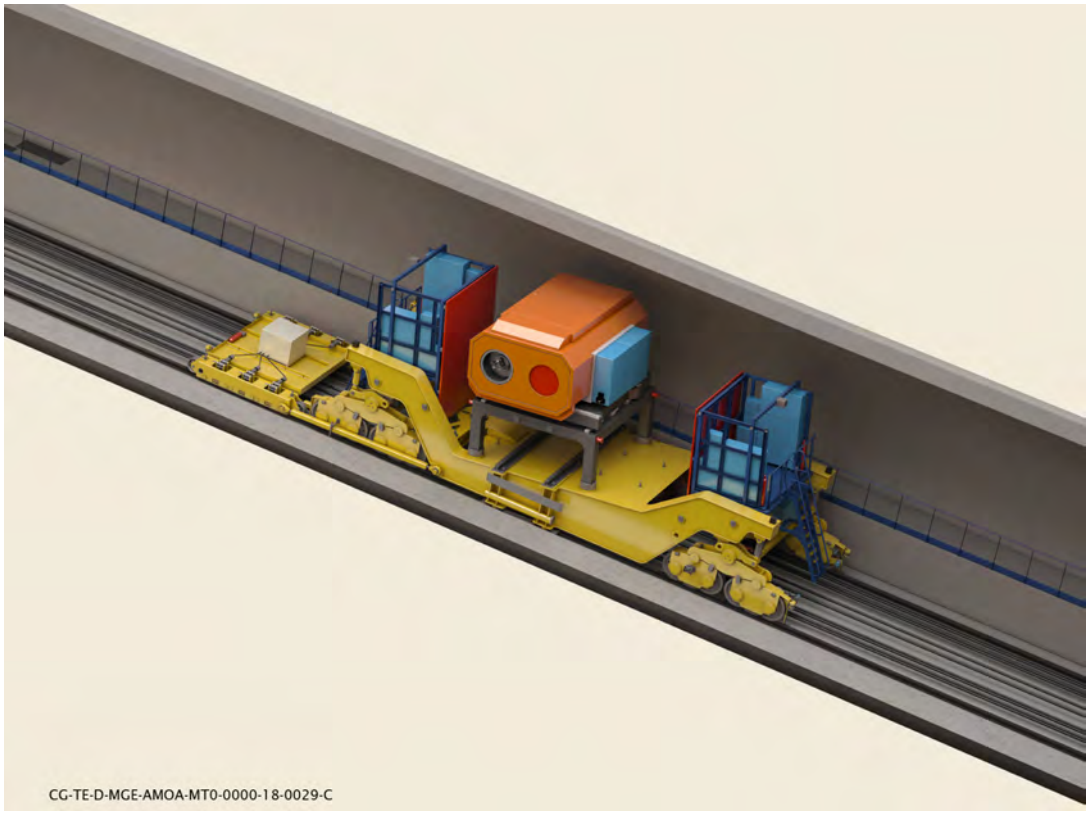


Figure 5-20 *Illustration du véhicule funiculaire chargé d'une hotte HA en descenderie colis*

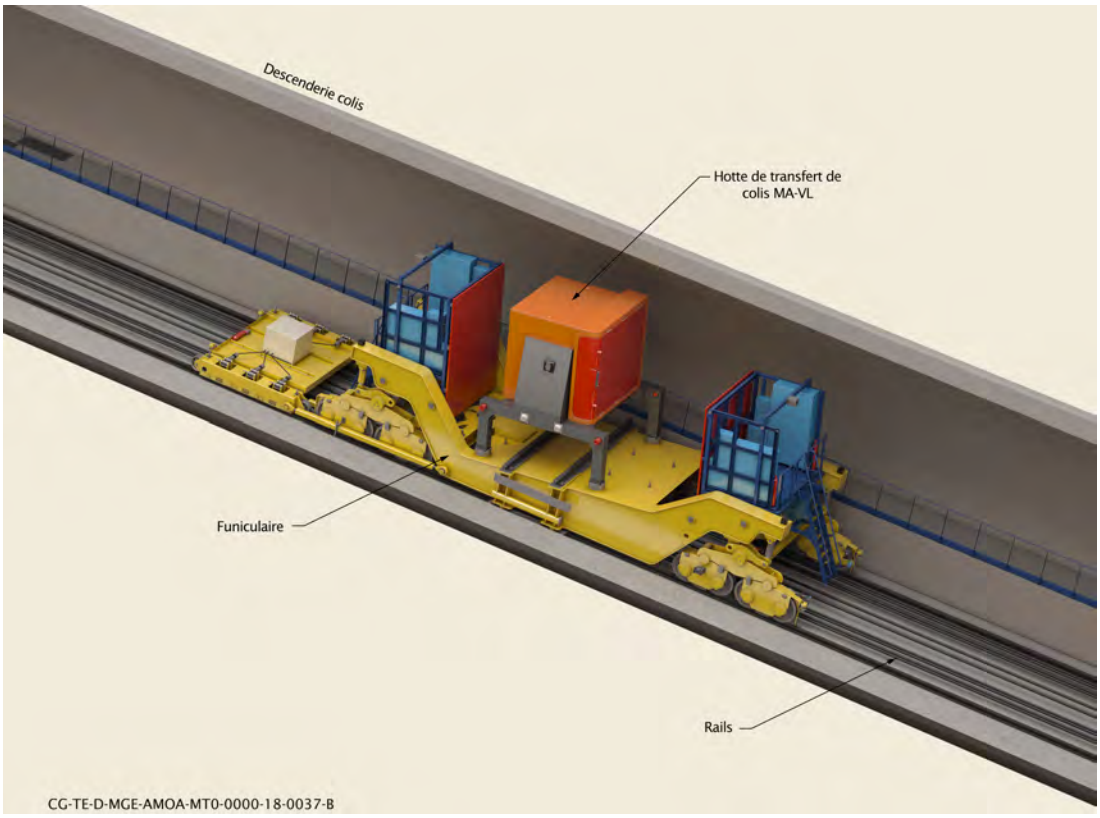


Figure 5-21 *Illustration du véhicule funiculaire chargé d'une hotte de transfert MA-VL*

Le véhicule se compose d'un châssis mécano soudé équipé de roues.

La zone où est positionnée la hotte est horizontale. Le véhicule est équipé d'un platelage permettant au personnel de maintenance d'intervenir sur le véhicule à l'arrêt pour réaliser des opérations de maintenance.

Les poulies de synchronisation nécessaire pour le fonctionnement du moufle sont situées sous le véhicule (cf. Figure 5-22).

Figure 5-22 *Illustration d'une des deux poulies de synchronisation du véhicule funiculaire*

5.2.5.1.1 Le système de maintien de la hotte

Le système de maintien de la hotte sur le véhicule est constitué de quatre verrouilleurs (tête en croix) qui verrouillent les quatre pieds de la hotte (cf. Figure 5-23).

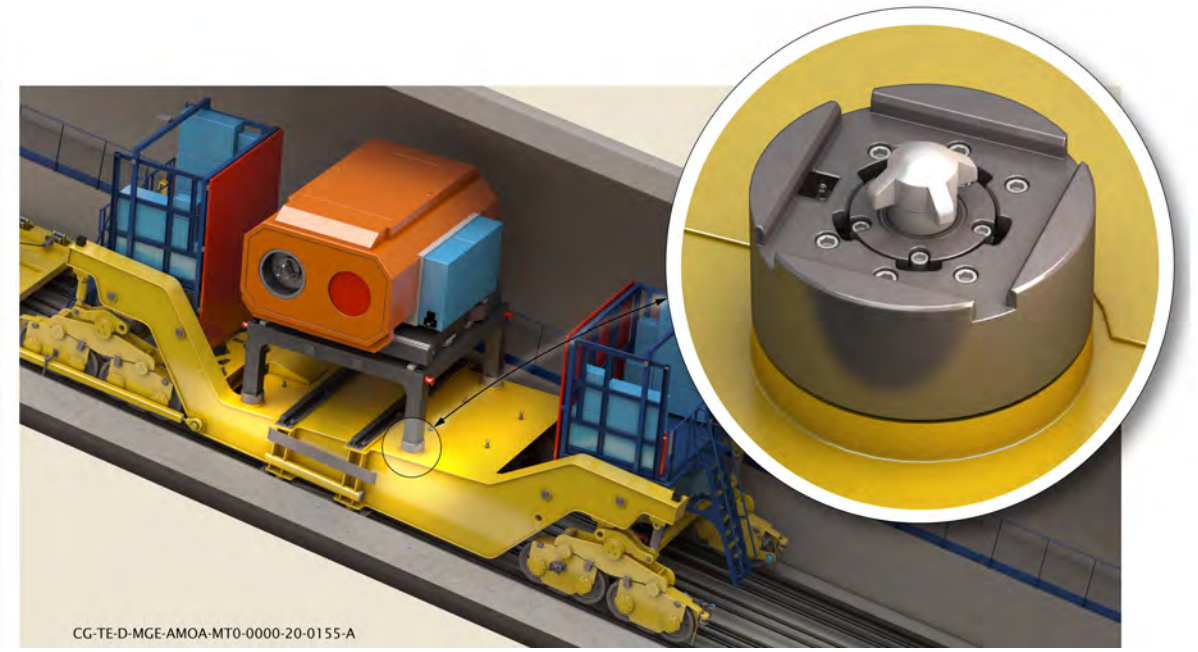


Figure 5-23 Principe de verrouillage de la hotte sur le funiculaire

La rotation des verrous est réalisée grâce à un vérin électrique et un système de bielles.

5.2.5.1.2 Le dispositif anti-soulèvement

Des pièces d'anti-soulèvement, solidaires des balanciers de roue, empêchent le soulèvement et le déraillement du véhicule (cf. Figure 5-24).

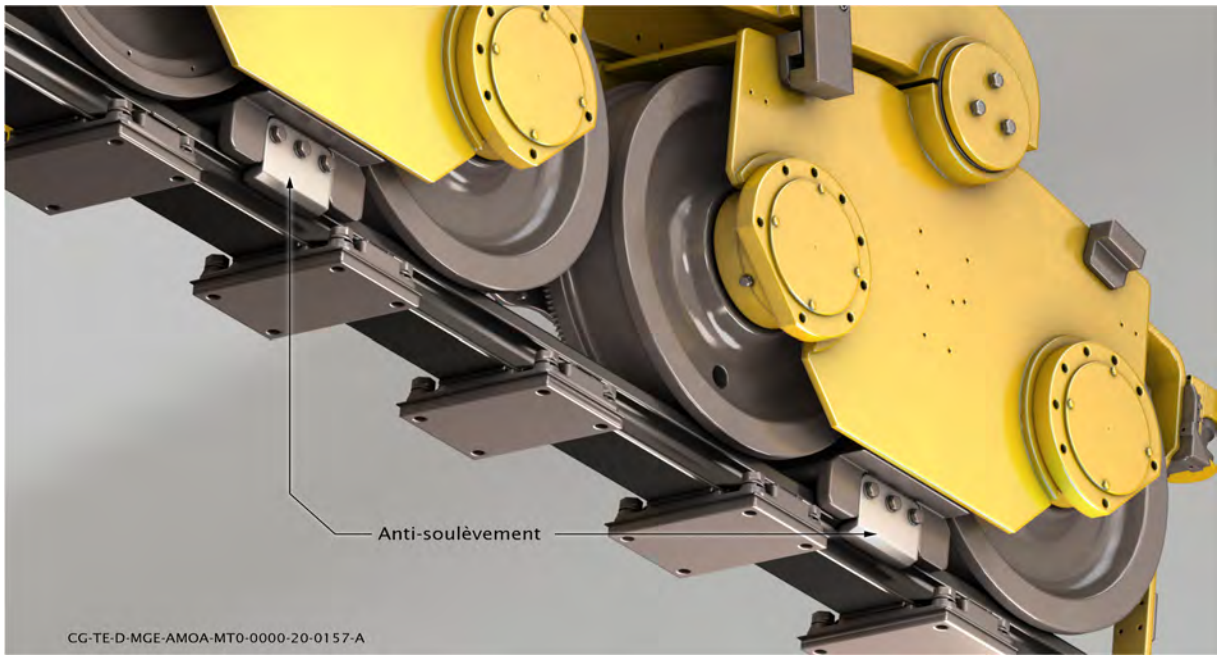


Figure 5-24 Illustration du dispositif d'anti-soulèvement du véhicule funiculaire

5.2.5.1.3 Le système de freins d'arrêt d'urgence (FAU)

Le véhicule funiculaire dispose d'un système de freins d'arrêt d'urgence (FAU) (cf. Figure 5-25).

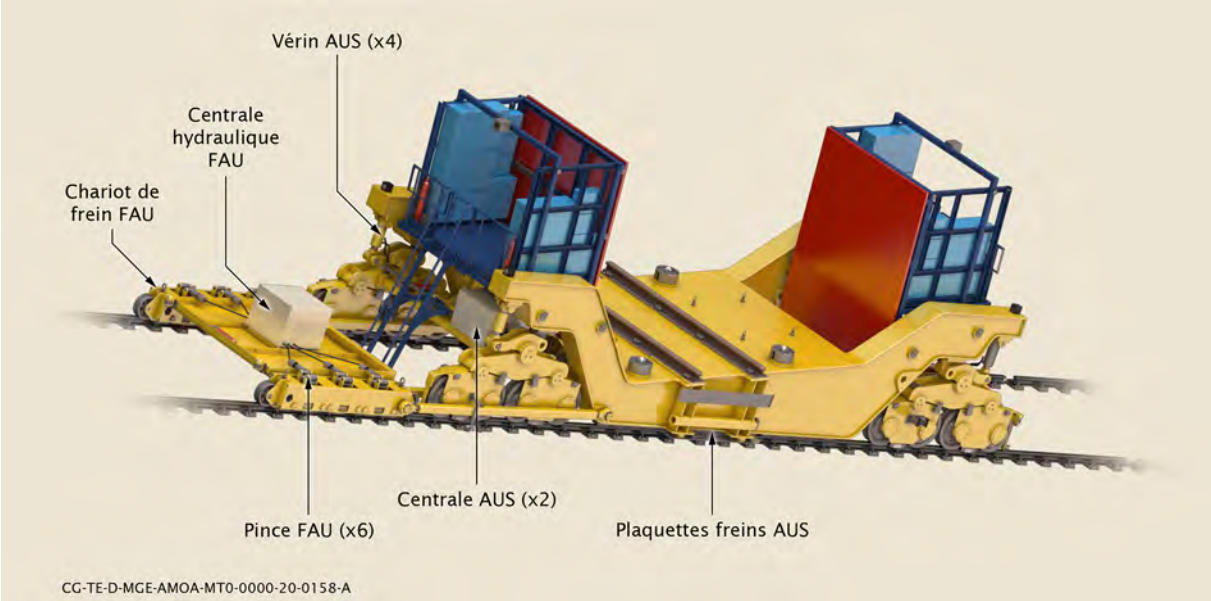


Figure 5-25 *Illustration de la localisation du système de freins d'arrêt d'urgence embarqué sur le véhicule funiculaire*

Le système de freins d'arrêt d'urgence est composé de freins à mâchoires à sécurité positive (cf. Figure 5-26). Ces freins s'enclenchent dans les cas suivants :

- automatisme détectant une anomalie dans le système (notamment sur survitesse dépassant le seuil de déclenchement) ;
- fuite dans les circuits hydrauliques ;
- mou du câble (relâchement de la tension).

Ce système de freinage est basé sur le principe du « frein à sécurité positive » : lorsqu'ils ne sont pas alimentés en énergie hydraulique, les freins s'enclenchent automatiquement. Les freins sont ainsi alimentés en permanence en énergie hydraulique pendant les phases de service de véhicule.

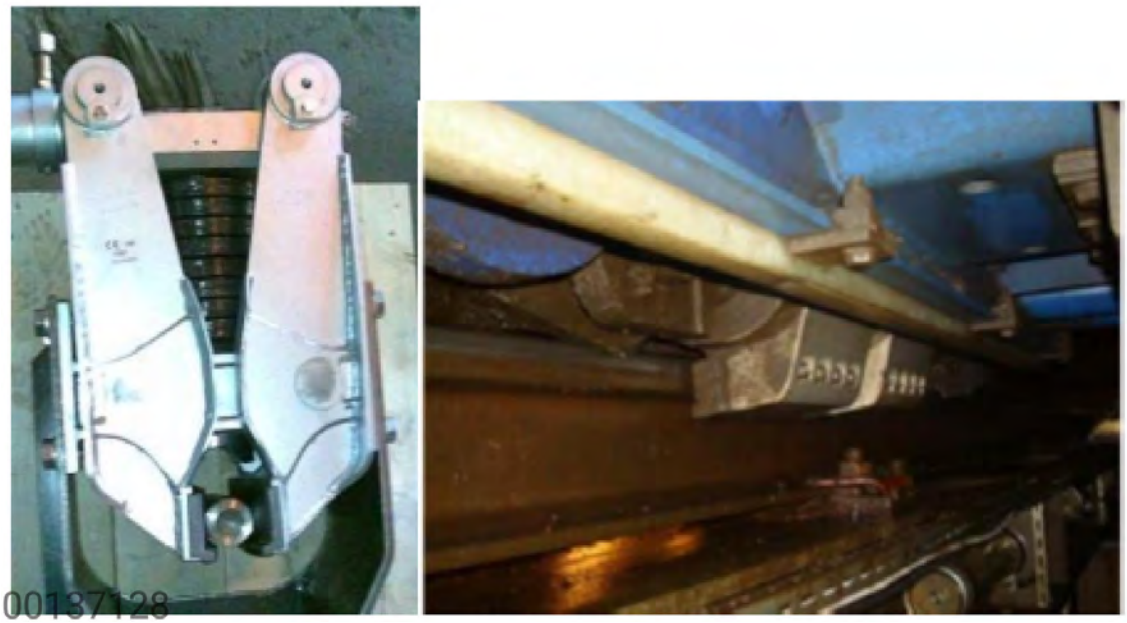


Figure 5-26 *Illustration de freins à mâchoires*

5.2.5.1.4 Le système de freins d'arrêt ultime secours (AUS)

Le véhicule funiculaire dispose également d'un système de freins d'arrêt d'ultime secours (AUS). Il se déclenche automatiquement lorsqu'une anomalie est détectée ou une survitesse supérieure au seuil du déclenchement du système de freins d'arrêt d'urgence est constatée.

Le système de freins d'arrêt d'ultime secours est un frein à affaissement. Ces freins sont directement solidaires du châssis du véhicule (cf. Figure 5-27).

Le châssis du véhicule repose sur quatre systèmes de levier à vérins hydrauliques. En fonctionnement normal, les vérins sont sortis, ce qui surélève d'environ 30 mm le châssis (et donc les freins à affaissement) au-dessus des rails. Lorsque les vérins sont libérés, le châssis descend par gravité, si bien que les plaquettes vont en contact avec la tête des rails, et une résultante de résistance par frottement opposée au déplacement du véhicule s'opère.

Le système de freins d'arrêt d'ultime secours permet de freiner le véhicule lors d'une survitesse sans l'aide du système de freins d'arrêt d'urgence et des freins machinerie.

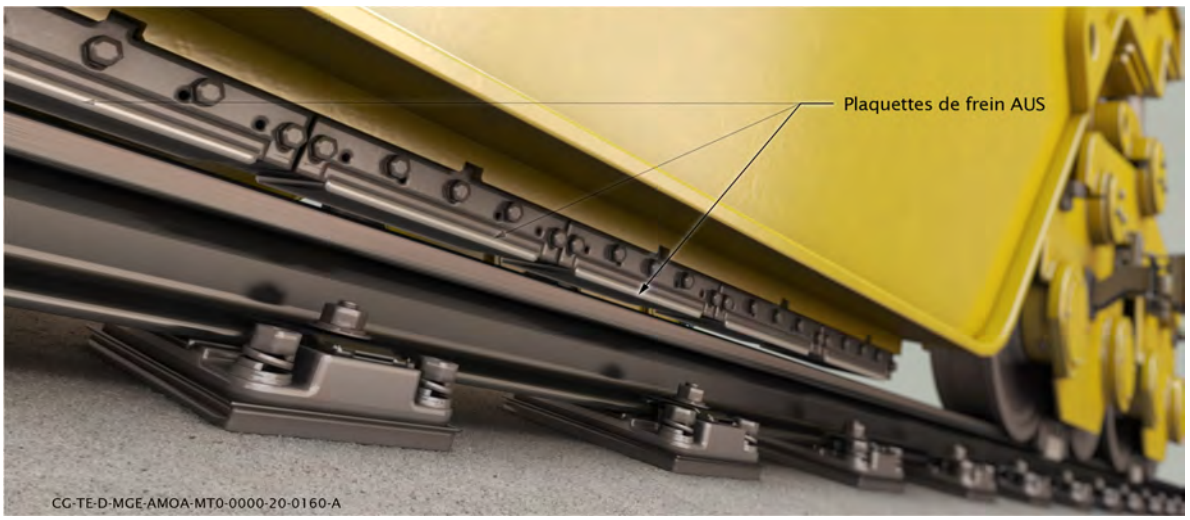


Figure 5-27 *Illustration du positionnement des garnitures du système de freins d'arrêt d'ultime secours du véhicule funiculaire*

5.2.5.1.5 Les batteries

L'autonomie en énergie du véhicule funiculaire lors de son transfert entre les gares est assurée par un ensemble de batteries disposées dans deux armoires en amont et en aval du véhicule (cf. Figure 5-28).

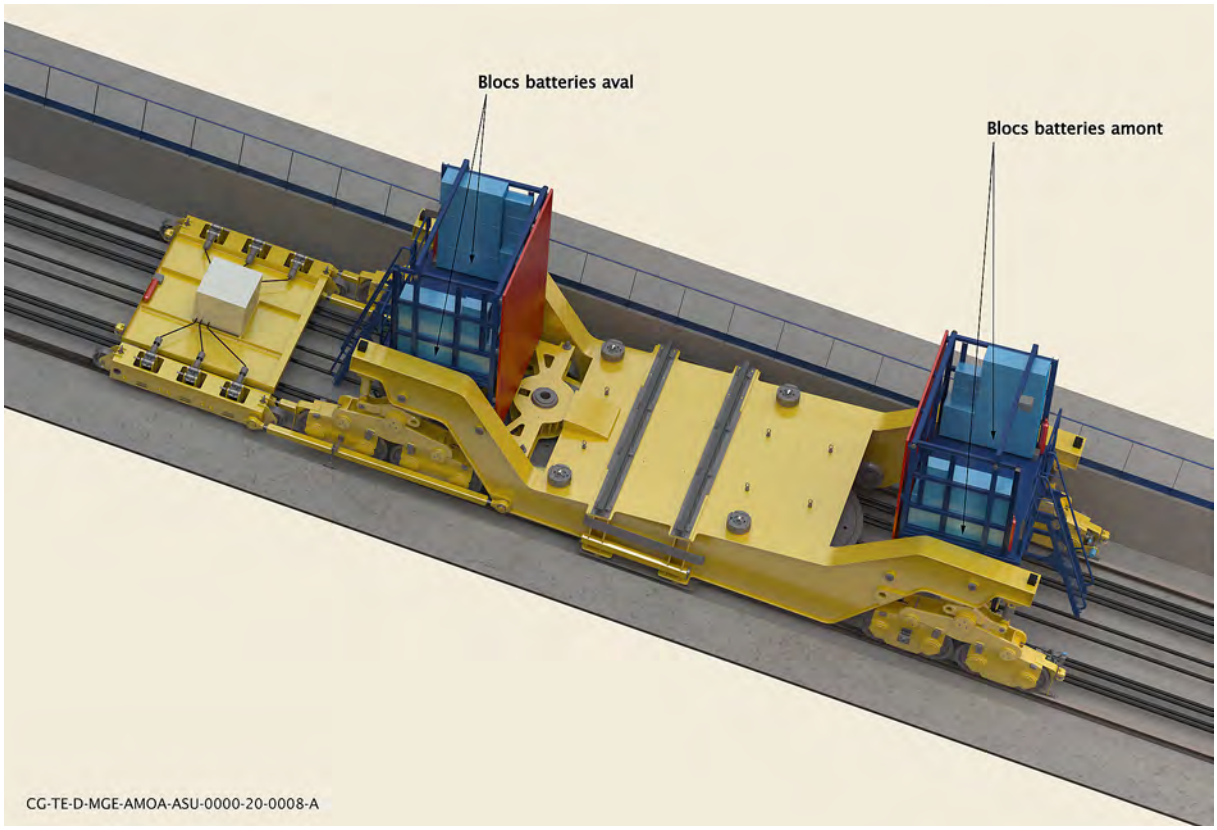


Figure 5-28 *Illustration du positionnement des batteries et armoires électriques du véhicule funiculaire*

Le rechargement des batteries se fait de deux façons :

- en gares et en zone de maintenance : à l'aide de frotteurs électriques ;
- pendant les phases de circulation du véhicule : des alternateurs sont installés sur certaines roues du véhicule et permettent un rechargement continu et complémentaire des batteries.

5.2.5.2 Les autres composants du système funiculaire

5.2.5.2.1 La voie

La voie du funiculaire est rectiligne d'une extrémité à l'autre, sans croisement ni virage.

Les fixations sont composées d'une selle en fonte, d'une semelle caoutchouc (interface entre le rail et la selle), d'un calage peigne, de tiges filetées d'ancrage et de crapauds (cf. Figure 5-29).

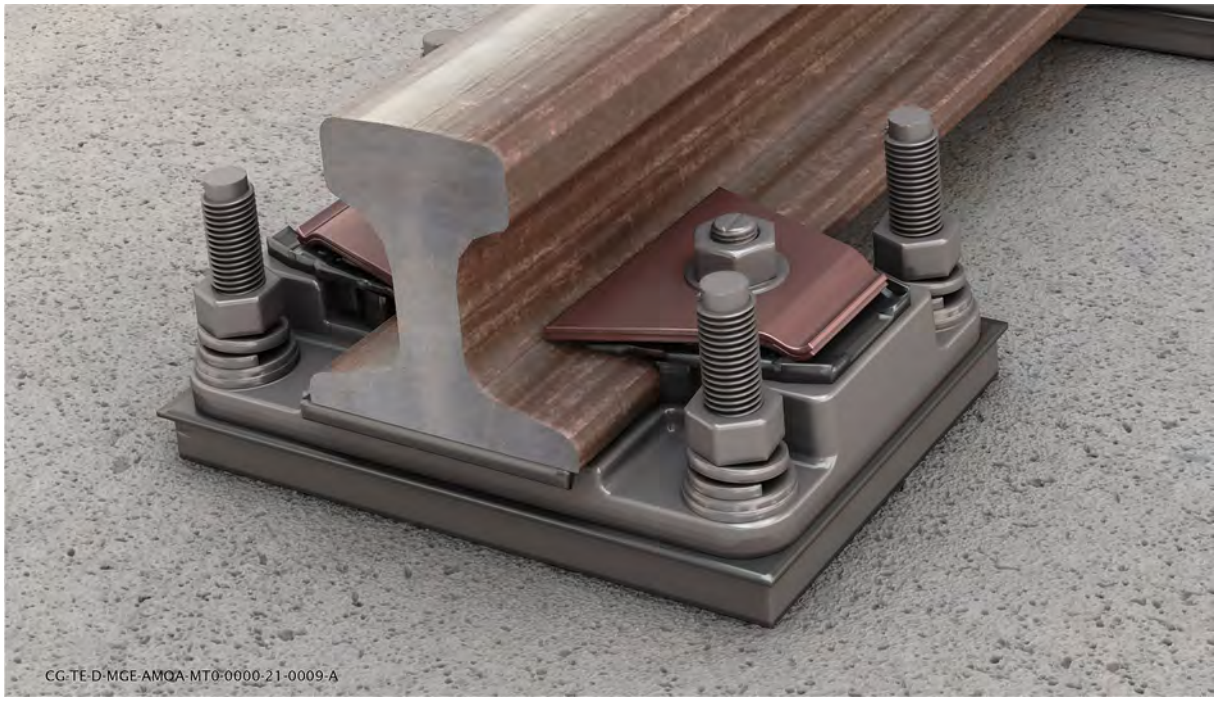


Figure 5-29 Illustration des fixations rail du funiculaire

5.2.5.2.2 Les galets

Le câble du funiculaire est supporté en ligne par des galets espacés régulièrement et disposés en ligne droite. Deux types de galets sont utilisés : les galets moteurs et les galets retours (cf. Figure 5-30). Lors du passage du véhicule, le câble est soulevé des galets moteurs et s'engage sur les poulies de synchronisation. Ces galets disposent d'un dispositif coupe-fil permettant de surveiller si le câble est sorti du galet. Les galets retours disposent d'une tôle anti-dégorgement pour s'assurer que le câble reste dans son guidage.

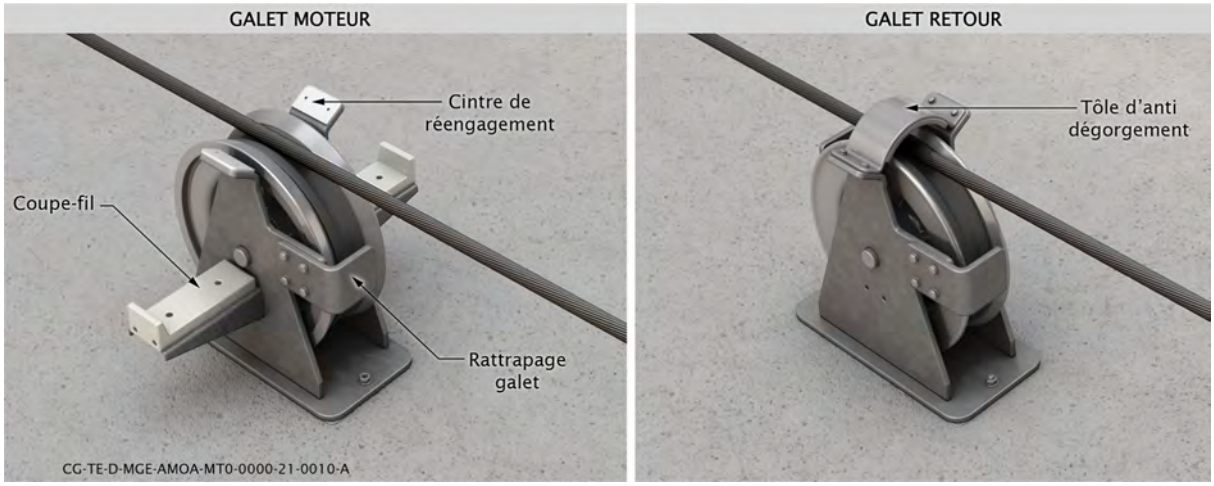


Figure 5-30 Illustrations du galet moteur et du galet retour du système funiculaire

5.2.5.2.3 Le câble

Le câble du funiculaire retenu est classiquement utilisé pour les remontées mécaniques, et en particulier pour les funiculaires. Il est composé de six torons torsadés, eux-mêmes composés de fils élémentaires torsadés. Le câble est épissuré à ses deux extrémités pour former une boucle unique.

5.2.5.2.4 Les butées longitudinales et verticales

Les butées longitudinales et les butées verticales permettent de maintenir avec précision la position du véhicule funiculaire durant toute la durée de son déchargement et chargement, en gare haute et basse. Cette précision de positionnement est nécessaire pour assurer la continuité de guidage de la navette de surface ou du chariot de transfert fond sur le véhicule funiculaire malgré la discontinuité physique entre les rails à quai (gare haute et gare basse) et les rails sur le véhicule.

5.2.5.3 Les chariots de transfert fond

En gare basse, les chariots de transfert fond récupèrent les hottes sur le funiculaire et assurent le transport de ces dernières depuis la zone de soutien logistique exploitation et dans les galeries de liaison jusqu'au droit des galeries d'accès aux alvéoles de stockage (cf. Figure 5-31).

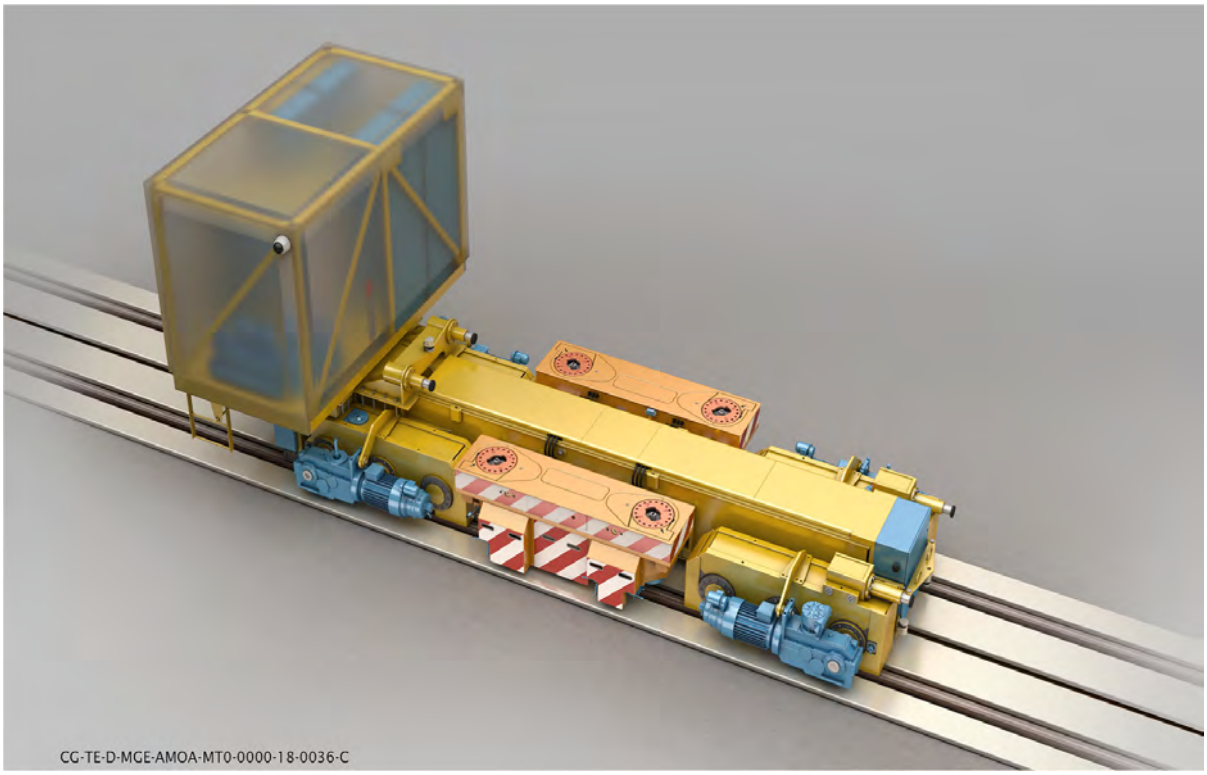


Figure 5-31 Illustration de l'ensemble chariot de transfert fond

Les chariots de transfert fond transportent à la fois les hottes de transfert MA-VL (cf. Figure 5-32) et les hottes de transfert HA (cf. Figure 5-33) grâce des interfaces identiques sur les deux types de hottes.

Les fonctions principales assurées par les chariots de transfert fond sont :

- le transfert sécurisé des hottes dans les galeries (déplacement selon X) ;
- le levage ou la dépose des hottes (associé à un positionnement X et Y) ;
- le verrouillage des hottes sur le chariot de transfert fond.

Les chariots de transfert fond sont constitués :

- d'un châssis porteur mécanosoudé ;
- d'un bogie de translation avant équipé de quatre galets dont deux sont motorisés ;
- d'un bogie de translation arrière équipé de quatre galets dont deux sont motorisés et de freins de sécurité ;
- d'un système de levage et de sa centrale hydraulique qui permettent le levage des hottes (suivant Z) ;

- d'un système de positionnement dans le plan horizontal (XY) composé de quatre vérins électriques ;
- de coffrets contrôle-commande, positionnés sur une structure liée à l'arrière du châssis porteur ;
- d'un ensemble de capteurs et d'instruments qui permettent la surveillance et le contrôle des différents mouvements et paramètres de fonctionnement du chariot.

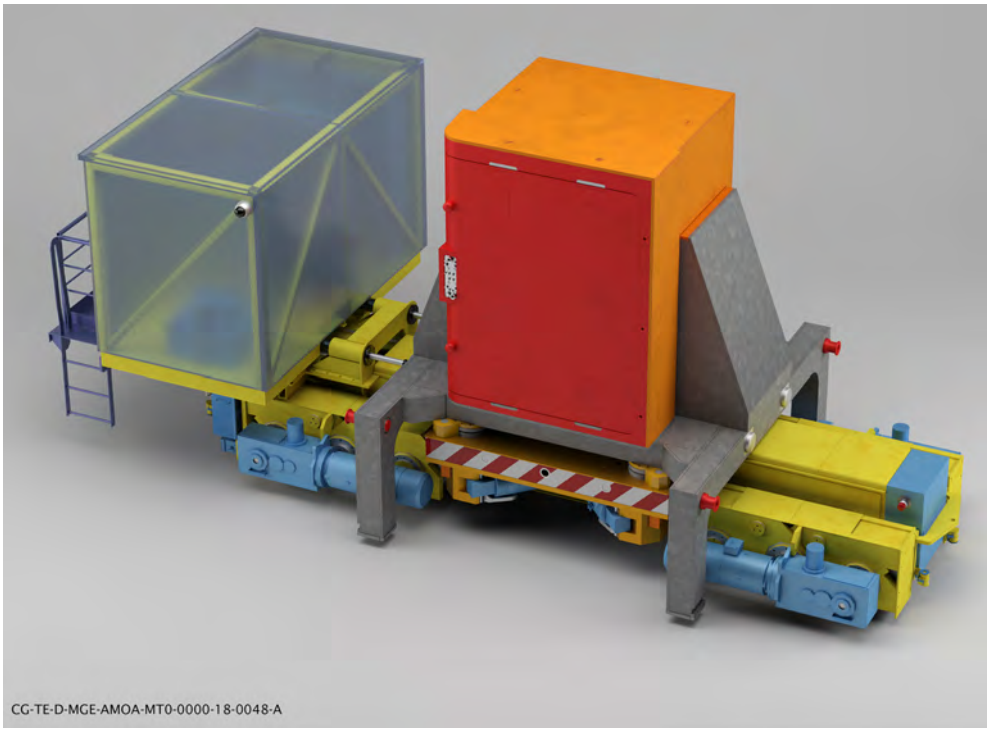


Figure 5-32 *Illustration de l'ensemble chariot de transfert fond chargé d'une hotte de transfert MA-VL*

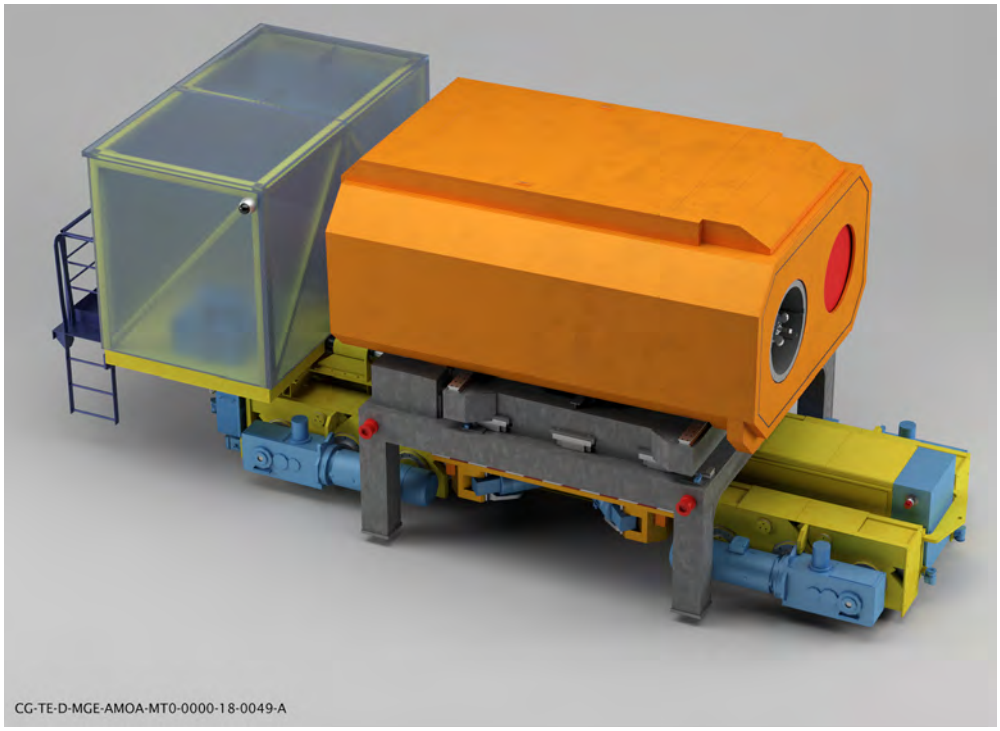


Figure 5-33 *Illustration de l'ensemble chariot de transfert fond chargé d'une hotte de transfert HA*

Le chariot de transfert fond est équipé de deux systèmes anti-déraillement :

- les doubles joues sur les galets ;
- les dispositifs d'anti-soulèvement (cf. Figure 5-34).

Figure 5-34 Illustration du système anti-soulèvement du chariot de transfert fond

La motorisation du chariot est assurée par quatre motoréducteurs installés en porte-à-faux sur les axes galets et maintenus en rotation par un bras de reprise de couple (cf. Figure 5-35). Ce montage permet un accès aisé et un remplacement rapide des motoréducteurs en cas de défaillance.

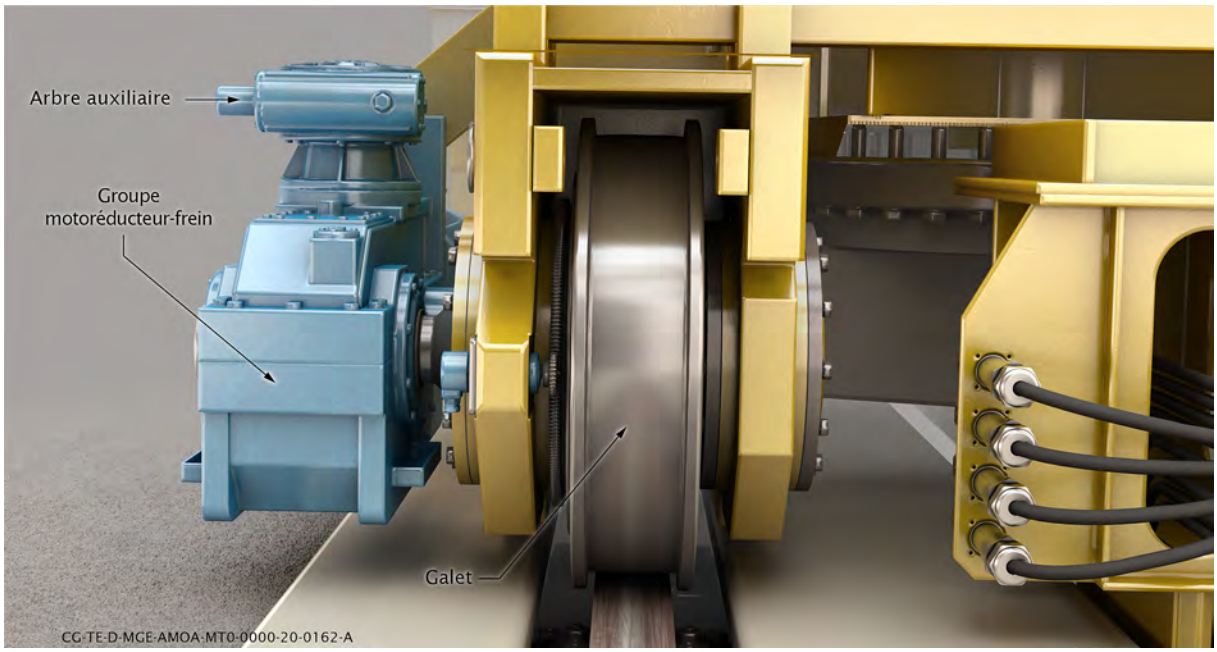


Figure 5-35 Illustration de la motorisation du chariot de transfert fond

Le chariot de transfert fond dispose de plusieurs systèmes de freinage distincts et complémentaires :

- le freinage électrique est utilisé en fonctionnement normal lors des phases de ralentissement et d'arrêt ou lorsque le chariot se déplace en descente. Dans ces phases de fonctionnement, les quatre moteurs se comportent en générateurs et renvoient l'énergie récupérée dans le réseau d'alimentation si besoin ;
- le freinage de service est assuré par des freins à disques à manque de courant intégrés aux moteurs. Ils sont utilisés à vitesse nulle du chariot ou sur détection de défauts ;
- le freinage de sécurité est actionné en cas d'arrêt d'urgence, de survitesse, ou de détection d'obstacle. Il est réalisé au moyen d'un frein de type pince-rail installé directement sur le bogie arrière gauche ;
- le frein de parking assure le maintien du chariot en position arrêt (sur une table tournante, sous une hotte, etc.). Ce frein de type pince-rail est installé directement sur le bogie arrière droit.

Les freins de parking et de sécurité sont disposés de part et d'autre du sommier et fonctionnent individuellement sur un des deux rails de la voie (cf. Figure 5-36).

Figure 5-36 Illustration des systèmes de freinage du chariot de transfert fond

Le chariot de transfert fond n'étant pas traversant sous la hotte, des dispositions sont prises afin de limiter les conséquences d'un choc éventuel du chariot vide avec une hotte. En complément des capteurs d'anticollision, deux amortisseurs équipent le chariot dans l'axe du châssis de la hotte (cf. Figure 5-37).

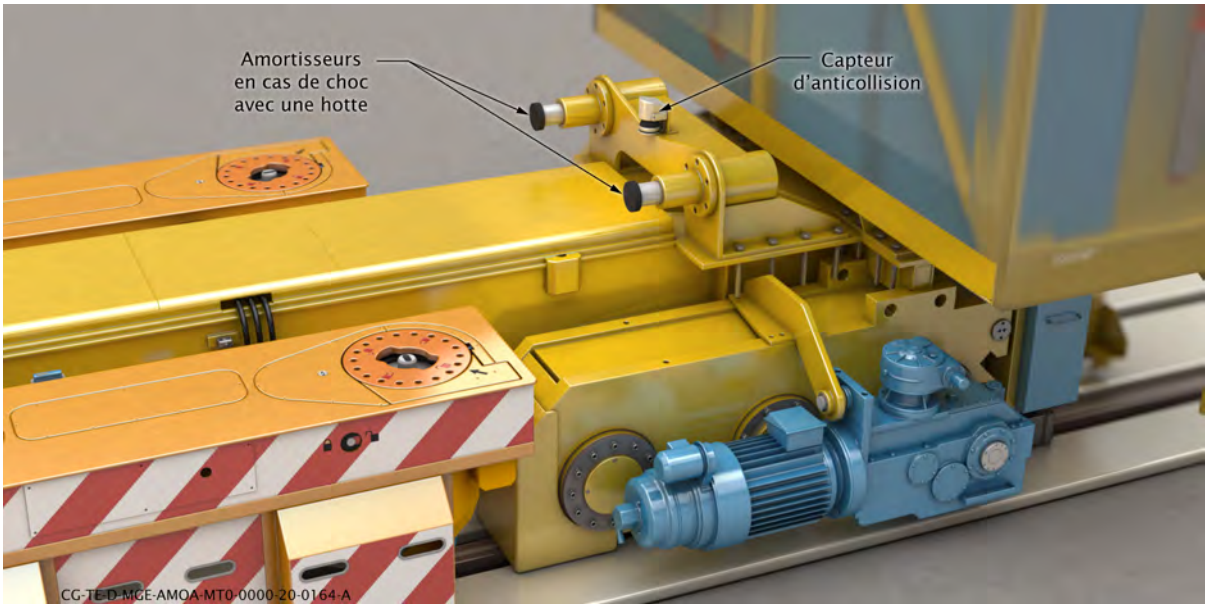


Figure 5-37 Illustration des amortisseurs du chariot de transfert fond

Le système de levage permet de soulever la hotte, de la solidariser au chariot pour les phases de translation et de la déposer.

Le système de levage est composé des éléments suivants (cf. Figure 5-38) :

- une table de levage supportant les vérins de positionnement, les vérins de levage, et les dispositifs d'antichute et de verrouillage ;
- quatre vérins électriques permettant d'effectuer le positionnement précis en X et Y ;
- quatre vérins hydrauliques de levage qui permettent de soulever la hotte ;
- quatre systèmes d'antichute des vérins de levage ;
- quatre systèmes de verrouillage des plots de transport des hottes.

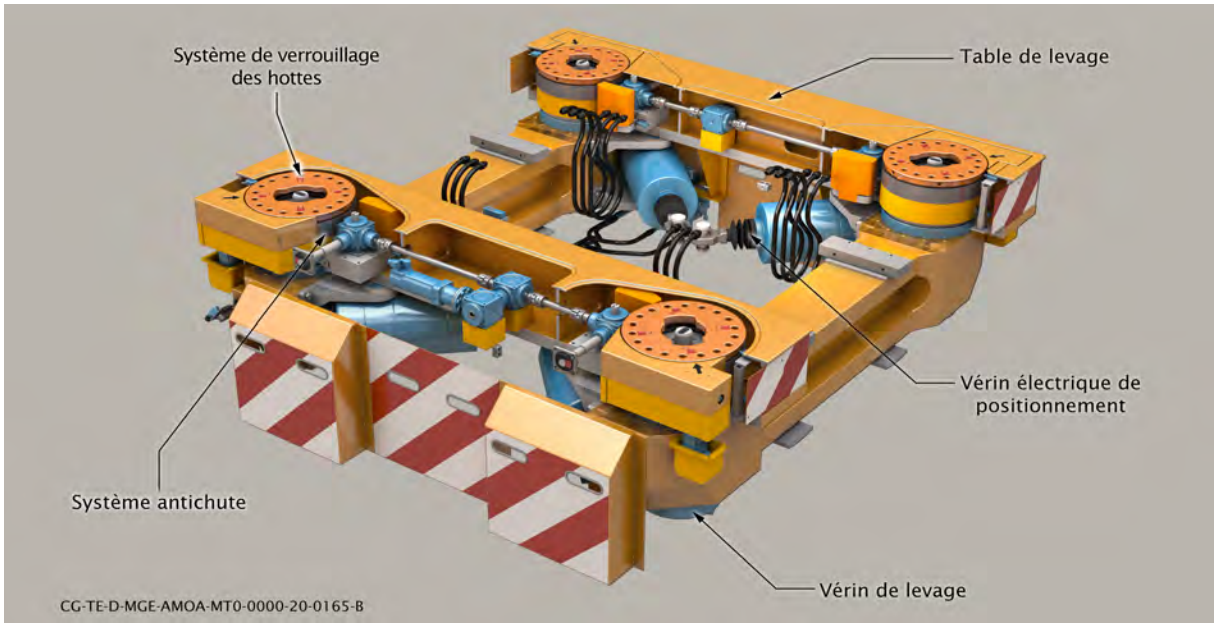


Figure 5-38 Illustration du système de levage du chariot de transfert fond

L'alimentation électrique des chariots est assurée par des rails multiconducteurs isolés implantés dans le radier.

5.2.5.4 Les voies de roulement des chariots de transfert fond

Les voies de roulement des chariots de transfert fond sont constituées (cf. Figure 5-39) :

- d'un sous-ensemble rails mécaniques (rails, crapauds, longrines) ;
- de contre-platines soudées sur les platines pré-scellées dans le génie civil ;
- de rails d'alimentation électrique ;
- d'un rail de terre guide d'ondes WIFI et d'un câble rayonnant WIFI pour le transport d'informations ;
- d'une bande de signalisation code-barres pour la localisation du chariot dans les zones de pose de la hotte, de platelages.

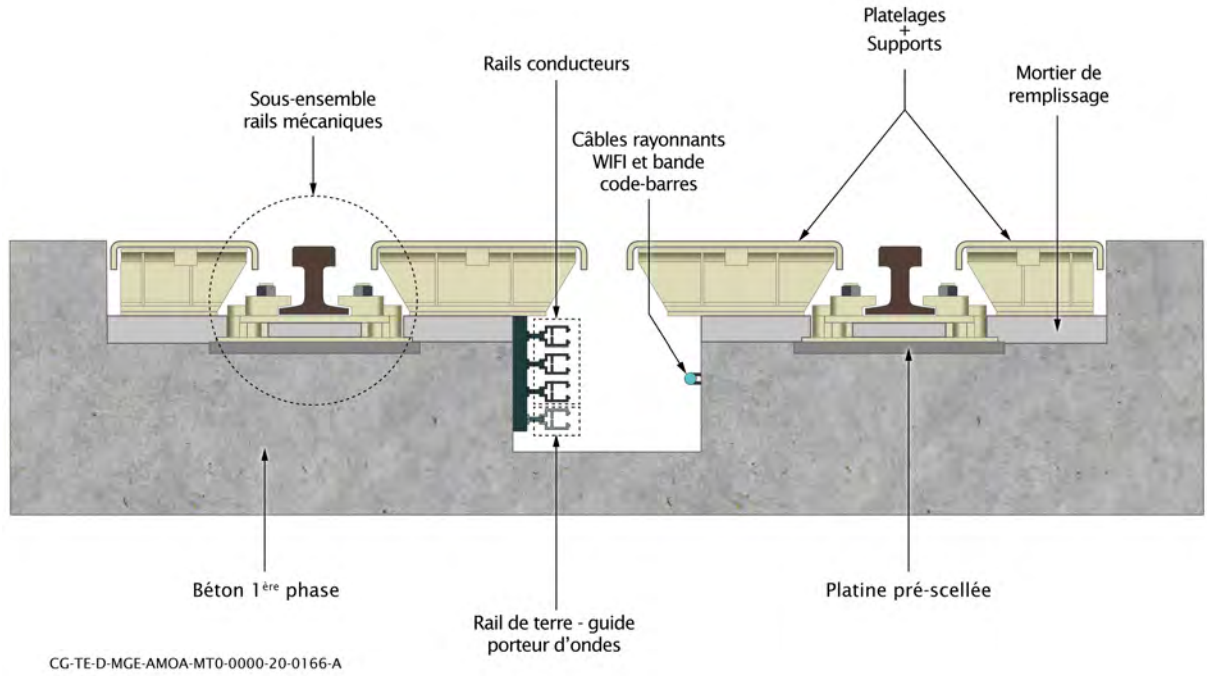


Figure 5-39 *Illustration de l'ensemble voies de roulement du chariot de transfert fond*

5.2.5.5 Les tables tournantes de chariots de transfert fond

Les tables tournantes de chariots sont implantées en zone de soutien logistique exploitation et permettent au carrousel de desservir les deux côtés de la gare basse ainsi que les galeries de liaison HA et MA-VL (cf. Figure 5-40).

Une fois la rotation de la table réalisée et sa nouvelle position sécurisée, le chariot quitte la table tournante et se déplace jusqu'au point suivant de prise/dépose de hotte ou d'attente. Les tables tournantes sont équipées de rails de roulement et de dispositifs d'alimentation électrique dont les interfaces sont identiques à celles des voies de roulement des galeries de liaison.

La table tournante est verrouillée en rotation pendant toutes les phases de translation du chariot de transfert sur la table. Durant les phases de rotation de la table, le chariot de transfert fond est immobilisé (fermeture de ses freins parking).

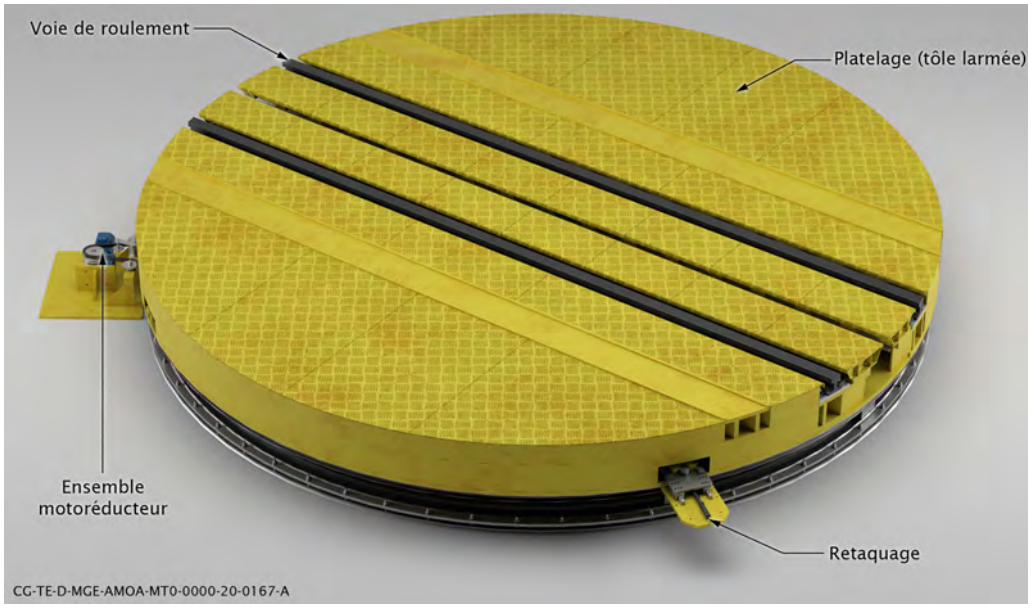


Figure 5-40 Illustration de la table tournante des chariots de transfert fond

5.2.5.6 Les tables tournantes de voies

À chaque intersection entre galeries de liaison et galeries d'accès, une table tournante de voie (cf. Figure 5-41) et quatre platines au sol sont implantés, permettant la dépose des hottes.

Les tables tournantes sont normalement positionnées dans l'axe de déplacement des galeries de liaison et assurent la continuité des voies de roulement du chariot de transfert fond. Une fois la hotte prise ou déposée, le chariot se dégage de l'intersection. La table pivote de 90°, de manière à permettre le passage de la navette (HA ou MA-VL).

Les tables tournantes sont verrouillées en rotation lors des mouvements du chariot de transfert fond.

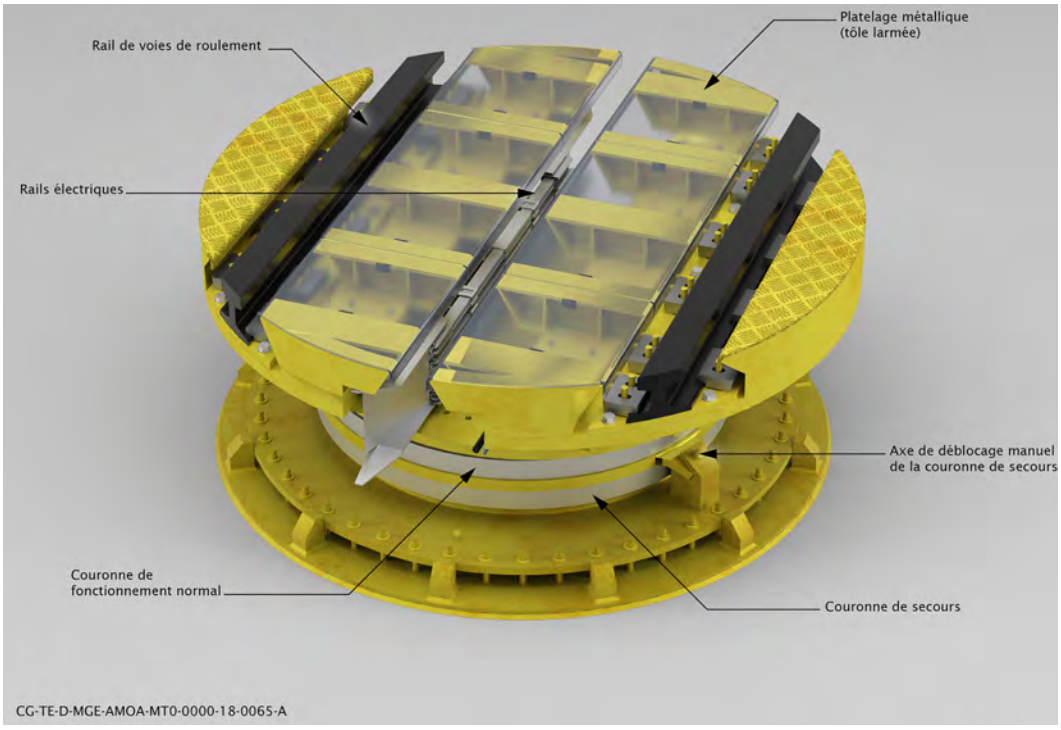


Figure 5-41 Illustration de la table tournante de voies

5.3 Le fonctionnement

Ce chapitre présente les principes de fonctionnement du funiculaire et des chariots de transfert fond permettant d'acheminer les hottes de transfert de la gare haute jusqu'aux galeries d'accès aux alvéoles. Il ne présente pas le process de chargement/déchargement du funiculaire en gare haute décrit au chapitre 4 du présent volume.

5.3.1.1 Le pilotage et les règles d'exploitation

5.3.1.1.1 Le pilotage

Les opérations de pilotage sont réalisées depuis la salle de conduite centralisée (SCC) dans le bâtiment nucléaire de surface.

Ces opérations de pilotage peuvent être déportées en fonction des situations sur des postes de conduite locaux.

5.3.1.1.2 Les règles d'exploitation

Les principales règles d'exploitation pour la gare basse et le carrousel sont les suivantes (cf. Figure 5-42) :

- les sas-écluses (en rouge) sont fermés par l'intermédiaire de portes interverrouillées ;
- les portes des locaux de maintenance restent fermées (en vert) ;
- les protecteurs de quai en gare basse sont fermés si le funiculaire n'est pas immobilisé en gare ;
- les protecteurs de quai doivent être fermés pour permettre le mouvement du funiculaire ;
- les hottes pleines sont déchargées par l'est (flèche rouge) ;
- les hottes vides sont chargées par l'ouest (flèche noire) ;
- les chariots respectent une distance d'isolement entre eux d'au moins 10 mètres ;
- un seul chariot peut se déplacer avec une hotte pleine ;
- le transfert du chariot avec une hotte pleine est prioritaire sur le transfert du chariot vide ;
- le transfert du chariot vide est prioritaire sur le transfert du chariot avec une hotte vide ;
- un seul chariot peut être en attente au niveau des deux tables tournantes des carrures des galeries de liaisons MA-VL nord et sud (accessibilité secours) (points violets).

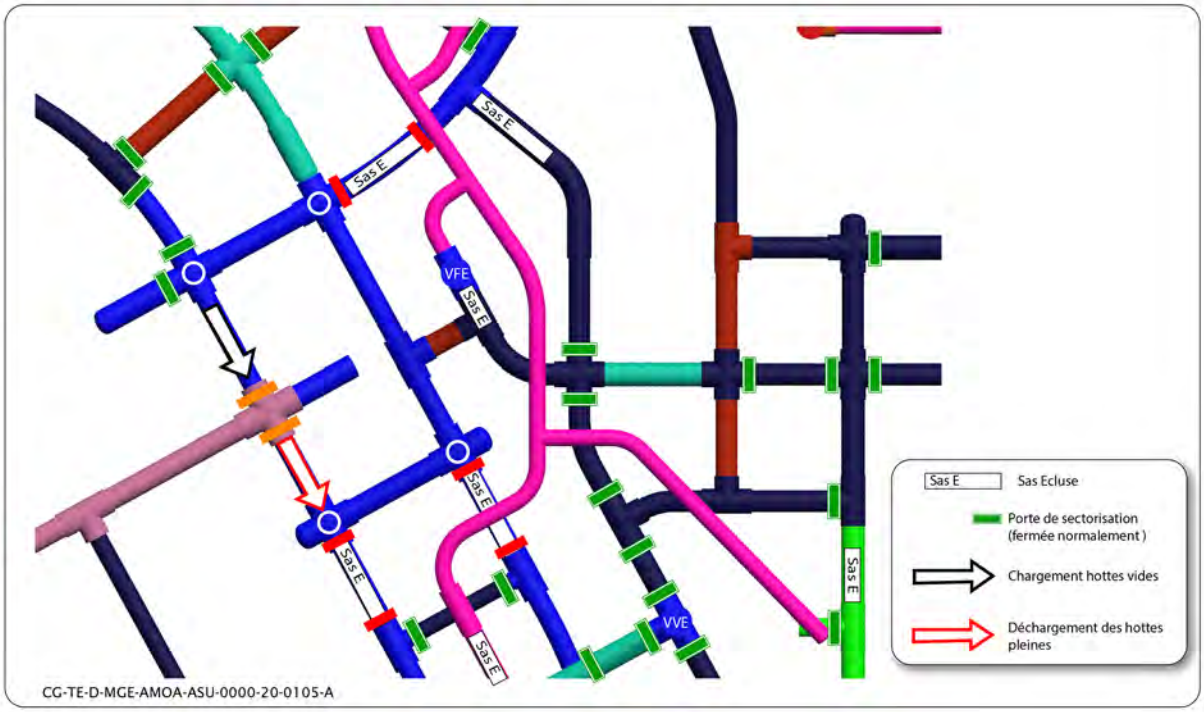


Figure 5-42 Illustration des règles d'exploitation de la zone carrousel

5.3.2 Le fonctionnement du funiculaire

Le fonctionnement du funiculaire se décompose en séquences successives :

- déchargement puis chargement du funiculaire en gare haute (ce process est décrit au chapitre 4 du présent volume) ;
- transfert du funiculaire depuis la gare haute vers la gare basse ;
- déchargement puis chargement du funiculaire par les chariots de transfert fond (gare basse) ;
- transfert du funiculaire depuis la gare basse vers la gare haute.

5.3.2.1 Le transfert du funiculaire depuis la gare haute vers la gare basse

Le process de transfert du funiculaire vers la gare basse est illustré sur la figure 5-43 ci-après.

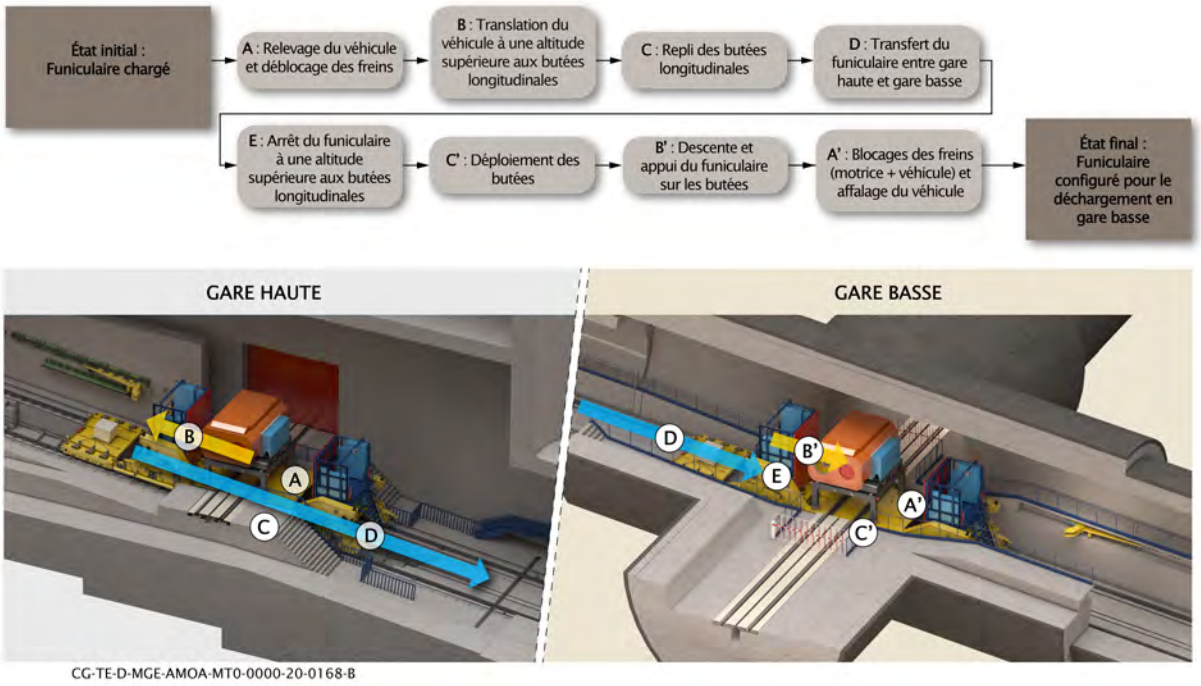


Figure 5-43 Synoptique du process de transfert du funiculaire vers la gare basse

Le départ du funiculaire est possible uniquement si la récupération d'énergie est disponible. La séquence de départ du funiculaire comprend le relevage et la remontée du véhicule permettant le repli des butées longitudinales. Le funiculaire réalise ensuite le transfert vers la gare basse.

En gare basse, l'arrêt du funiculaire est réalisé en quatre phases distinctes. La première est l'arrêt du véhicule en amont de la zone de chargement/déchargement. La seconde est la sortie des butées longitudinales garantissant le positionnement du funiculaire. Le funiculaire termine ensuite son transfert à vitesse réduite pour se poser sur les butées longitudinales et s'affaisser sur les butées verticales. Enfin, le funiculaire est immobilisé en position permettant son déchargement.

5.3.2.2 Le déchargement puis chargement du funiculaire par les chariots de transfert fond (gare basse)

Les opérations de déchargement d'une hotte pleine et de chargement d'une hotte vide sont réalisées à l'aide de deux chariots de transfert fond positionnés de part et d'autre de la gare basse. Ces opérations, réalisées par transferts successifs des chariots sur le funiculaire (cf. Figure 5-44), s'enchainent de manière à respecter le temps de cycle du funiculaire.

Durant ces opérations, le principe de double verrouillage de la hotte est tel que le chariot verrouille la hotte avant déverrouillage des pieds par le funiculaire et inversement.

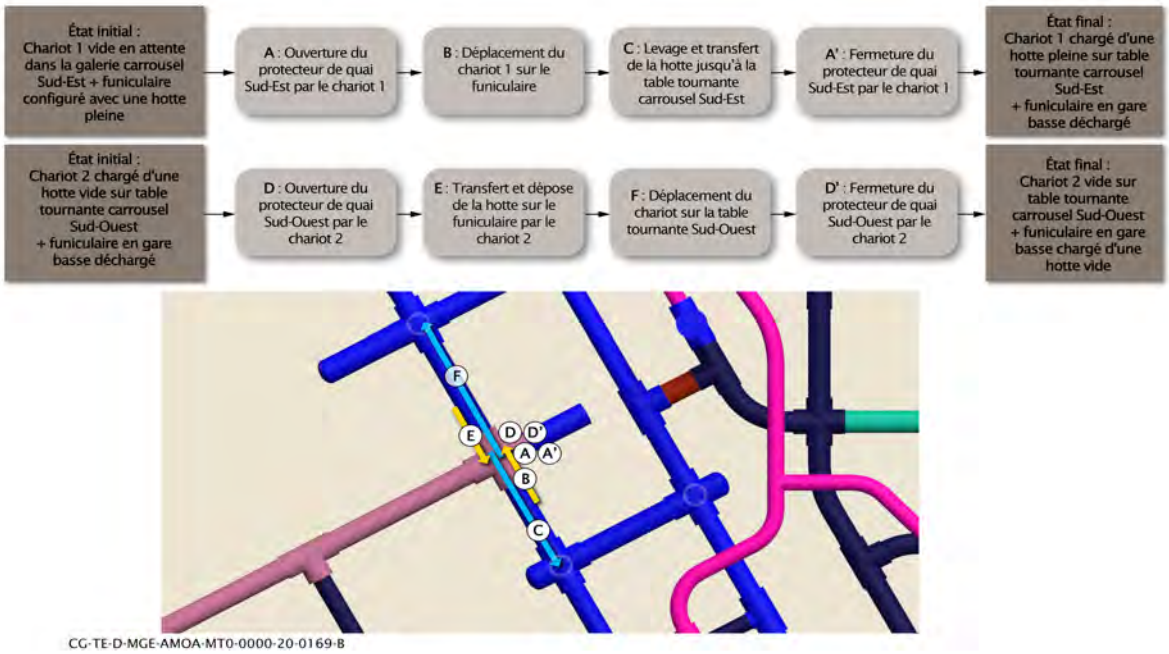


Figure 5-44 *Synoptique du process de déchargement et de chargement du funiculaire par les chariots de transfert fond*

Le chariot 1 récupère la hotte pleine sur le funiculaire [b] et revient sur la table tournante sud-est [c]. Le chariot 2 dépose ensuite la hotte vide sur le funiculaire [e] puis revient sur la table tournante sud-ouest [f]. Les protecteurs de quais se ferment et le funiculaire peut remonter la hotte vide vers la surface [a] et [d].

5.3.2.3 Le transfert du funiculaire depuis la gare basse vers la gare haute

Le process de transfert du funiculaire depuis la gare basse vers la gare haute est illustré sur la figure 5-45 ci-après.

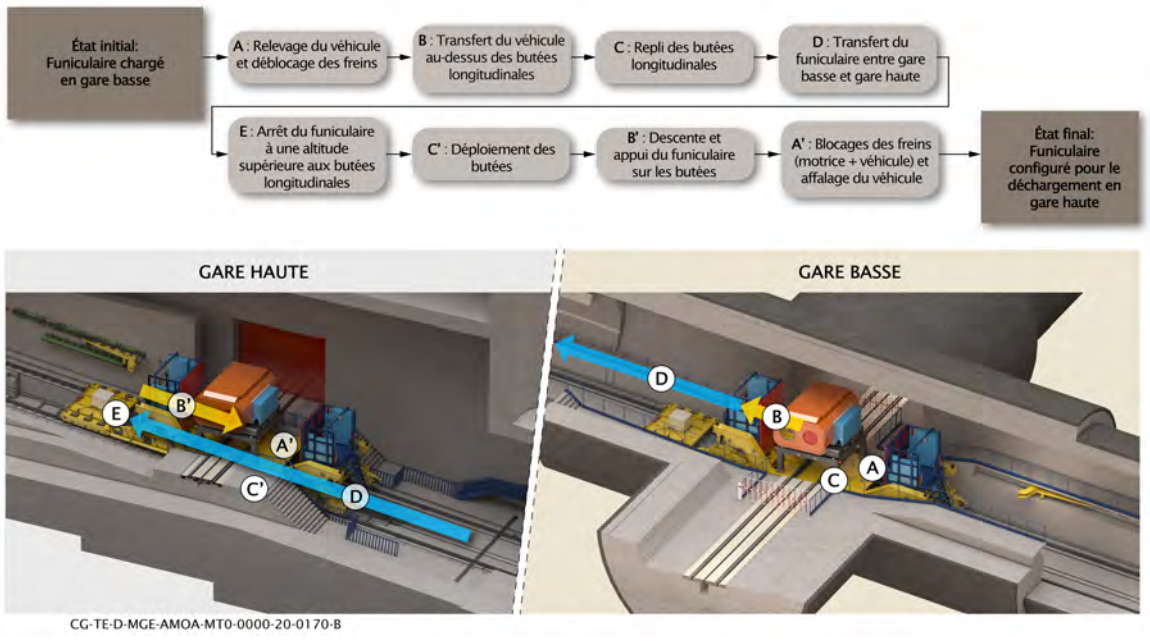


Figure 5-45 *Synoptique du transfert du funiculaire vers la gare haute*

La séquence de départ du funiculaire comprend le relevage du véhicule et sa remontée permettant le repli des butées longitudinales. Le funiculaire réalise ensuite le transfert vers la gare haute.

En gare haute, l'arrêt du funiculaire se fait en quatre phases distinctes. La première est l'arrêt du funiculaire en amont de la zone de chargement/déchargement. La seconde est la sortie des butées longitudinales garantissant le positionnement du funiculaire. Le funiculaire redescend ensuite à vitesse réduite pour se poser sur les butées longitudinales et s'affaisser sur les butées verticales. Enfin, le funiculaire est immobilisé en position permettant son déchargement.

5.3.3 Le fonctionnement des chariots de transfert fond

Le transfert des hottes dans les galeries de liaison peut se dérouler suivant deux configurations d'exploitation.

La configuration une correspond à l'exploitation d'une seule galerie de liaison :

- exploitation uniquement des alvéoles situées au nord du quartier de stockage MA-VL ;
- exploitation uniquement des alvéoles situées au sud du quartier de stockage MA-VL ;
- exploitation uniquement du quartier pilote HA ;
- exploitation uniquement du quartier de stockage HA.

La configuration deux correspond à l'exploitation de deux galeries de liaison à la fois :

- exploitation des alvéoles situées au nord ou au sud du quartier de stockage MA-VL et d'un des quartiers HA (quartier pilote HA ou quartier de stockage HA) ;
- exploitation des alvéoles situées au nord et au sud du quartier de stockage MA-VL.

Le process de chargement et déchargement du funiculaire décrit au chapitre 5.3.2.2 du présent volume est commun et préalable aux deux configurations d'exploitation du process de transfert des hottes détaillés ci-après.

5.3.3.1 La configuration 1 – Exploitation d'une seule galerie de liaison

Dans cette configuration, le chariot 1 réalise le transfert de la hotte pleine depuis la table tournante sud-est du carrousel à travers la galerie de liaison et dépose la hotte pleine à l'intersection de la galerie de liaison avec la galerie d'accès. Soit il attend le retour de cette hotte, vide après déchargement, soit il récupère une autre hotte vide à une autre intersection. Une fois chargée d'une hotte vide, il revient dans le carrousel sur la table tournante sud-ouest, en attente du funiculaire pour chargement de la hotte vide.

Pendant le cycle du chariot 1 décrit ci-dessus, le chariot 2 se déplace à vide dans le carrousel, depuis la table tournante sud-ouest vers la la table tournante sud-est, en attente du funiculaire pour récupération de la prochaine hotte pleine.

Ainsi à chaque cycle du funiculaire, les deux chariots inversent leurs fonctions.

Le process de transfert des hottes dans les galeries de liaison en configuration 1 peut donc se décomposer en 3 séquences distinctes :

- transfert de la hotte pleine vers la galerie d'accès par le chariot 1 ;
- retour du chariot 1 avec une hotte vide ;
- déplacement du chariot 2 à vide en attente d'une hotte pleine.

5.3.3.2 La configuration 2 – Exploitation de deux galeries de liaison à la fois

Dans cette configuration, le chariot 1 gère uniquement les hottes pleines et le chariot 2 gère uniquement les hottes vides. Chacun des chariots dessert alternativement une galerie de liaison différente à chaque cycle du funiculaire.

Le chariot 1 réalise le transfert de la hotte pleine depuis la table tournante sud-est du carrousel à travers la galerie de liaison. Il dépose la hotte pleine à l'intersection de la galerie de liaison avec la galerie d'accès et revient à vide dans le carrousel sur la table tournante sud-est, en attente du funiculaire pour récupération de la prochaine hotte pleine.

Pendant le cycle du chariot 1 décrit ci-dessus, le chariot 2 se déplace à vide depuis la table tournante sud-ouest et récupère la hotte vide en attente à une intersection de la galerie de liaison avec la galerie d'accès. Il revient dans le carrousel sur la table tournante sud-ouest, en attente du funiculaire pour chargement de la hotte vide.

Le process de transfert des hottes dans les galeries de liaison en configuration 2 peut donc se décomposer en deux séquences distinctes :

- transfert de la hotte pleine vers la galerie d'accès par le chariot 1 et retour à vide du chariot au point initial ;
- récupération d'une hotte vide en galerie de liaison par le chariot 2 et retour au point initial.

6

L'installation nucléaire au fond : le stockage des colis MA-VL

6.1 Le quartier de stockage MA-VL 492
6.2 Les alvéoles MA-VL en fonctionnement 505

L'objet de ce chapitre est de présenter les éléments liés au stockage en souterrain des colis de déchets MA-VL. Il s'inscrit dans la continuité des éléments développés dans les chapitres précédents.

Ce chapitre est scindé en deux parties, une première (cf. Chapitre 6.1 du présent volume) qui présente le quartier de stockage MA-VL dans son ensemble (agencement des galeries et des alvéoles, galeries de liaison, de retour d'air, galeries travaux, etc.) et une seconde (cf. Chapitre 6.2 du présent volume) qui présente l'alvéole MA-VL et sa galerie d'accès.

6.1 Le quartier de stockage MA-VL

6.1.1 Les fonctions d'exploitation

Le quartier de stockage MA-VL est un des quartiers de stockage de l'installation souterraine (cf. Figure 6-1).

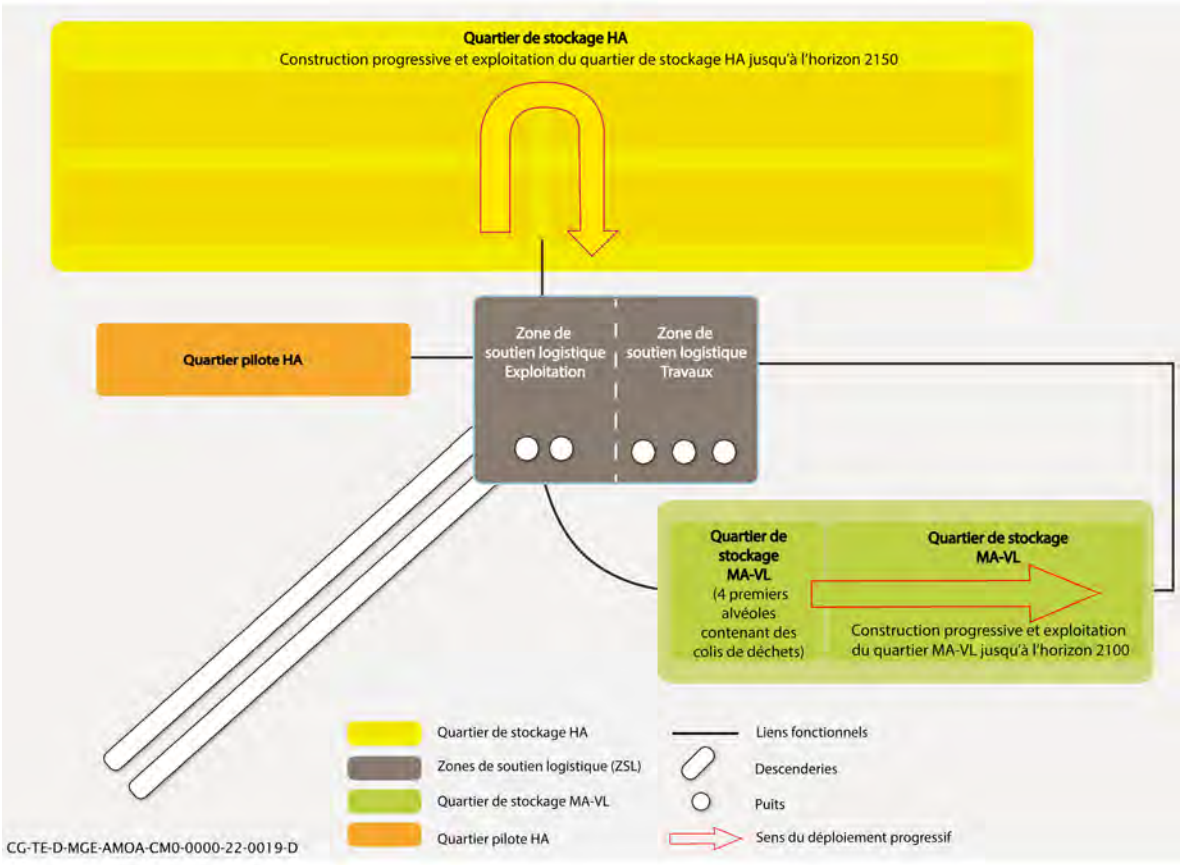


Figure 6-1 *Illustration de la localisation du quartier de stockage MA-VL dans l'architecture souterraine*

Le quartier de stockage MA-VL est la zone de stockage de déchets de moyenne activité à vie longue. Le quartier de stockage MA-VL est un regroupement d'alvéoles de stockage et de galeries qui servent à l'exploitation de ces alvéoles.

Il est constitué d'alvéoles de stockage desservis en son centre par deux galeries de liaison reliées par des recoupes et entourées par une galerie de ventilation appelée « galerie de retour d'air ».

Le quartier de stockage MA-VL est relié, à l'ouest, à la zone de soutien logistique exploitation et, au nord, à la zone de soutien logistique travaux *via* les galeries de travaux (cf. Figure 6-2).

La principale fonction d'exploitation est de permettre le transfert des hottes contenant les colis de stockage jusqu'aux alvéoles stockage. Les fonctions d'exploitation des alvéoles de stockage MA-VL sont traitées spécifiquement au chapitre 6.2.1 du présent volume.

La fonction du quartier est une sous fonction de la fonction principale « stocker les colis de déchets et permettre leur retrait pendant la phase de fonctionnement ». Cette fonction se décompose ensuite en :

- transférer les hottes jusqu'aux alvéoles de stockage ;
- transférer les colis de stockage au sein de l'alvéole jusqu'à leur emplacement de stockage ;
- permettre le retrait des colis de stockage de l'alvéole ;
- pouvoir maintenir les galeries et les alvéoles en fonctionnement pendant une durée séculaire.

Au sein du quartier de stockage MA-VL, les modalités de surveillance permettent de vérifier la bonne réalisation de ces fonctions (cf. Dossier justification de la conception de l'alvéole MA-VL (22)

6.1.2 La description de la zone de stockage MA-VL

6.1.2.1 La description du quartier de stockage MA-VL

Le quartier de stockage MA-VL est organisé autour d'une ossature de galeries creusées dès la phase de construction initiale, à partir de laquelle les alvéoles MA-VL seront progressivement construits.

La figure 6-2 présente une illustration de l'architecture du quartier de stockage MA-VL.

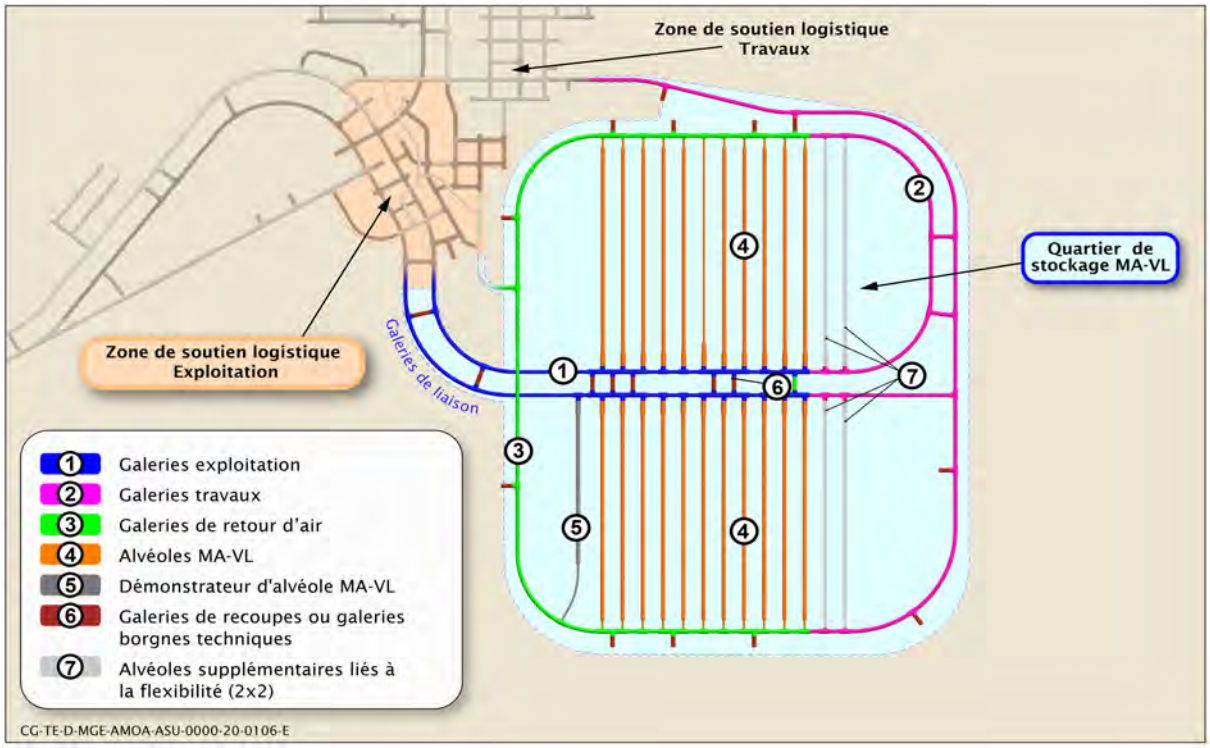


Figure 6-2 Illustration des ouvrages du quartier de stockage MA-VL à terminaison

Le quartier de stockage MA-VL se déploie en « chassant », c'est-à-dire que les alvéoles sont construits puis exploités en s'éloignant de la zone de soutien logistique exploitation.

Le calage des ouvrages du quartier de stockage MA-VL dans la couche de Callovo-Oxfordien est réalisé de manière à respecter l'exigence sur la garde verticale saine du Callovo-Oxfordien au droit des alvéoles MA-VL (cf. Figure 6-3) ainsi que les exigences liées à la pente des galeries où circulent les moyens de transfert des colis (cf. Le « Dossier de justification des choix d'architecture souterraine » (12)).

Le respect de cette garde détermine l'implantation des ouvrages près du plan médian de la couche de Callovo-Oxfordien.

Afin de garantir la gestion des travaux en « chantiers clos et indépendants », la séparation physique entre la zone travaux et la zone en exploitation est assurée par des parois qui forment des sas dimensionnés pour prévenir toutes interférences mutuelles entre zones (barrière physique pour clôturer la zone travaux) (cf. 10.1.2.10).

Ces sas contribuent également à séparer les réseaux de ventilation nucléaire des galeries en exploitation, des galeries en travaux sous ventilation conventionnelle.

La coactivité entre la zone conventionnelle et la zone nucléaire (coactivité travaux/exploitation) est donc inexistante.

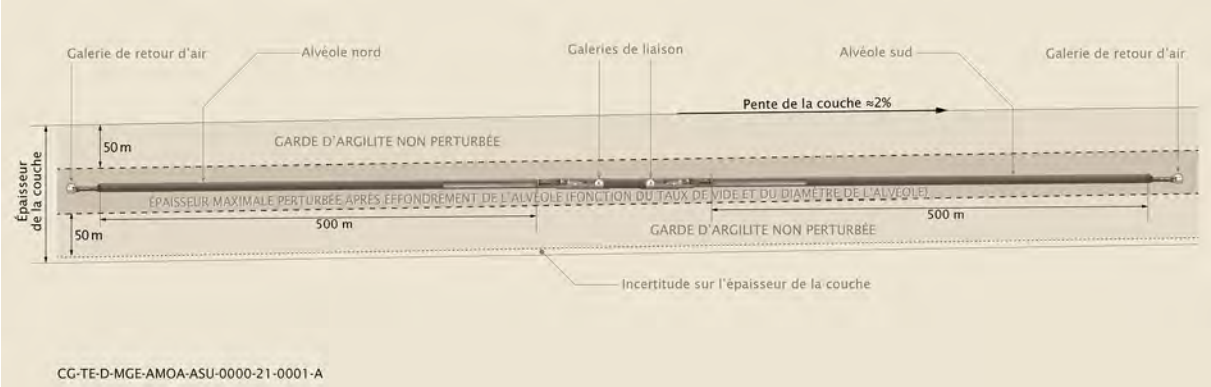


Figure 6-3 *Illustration de la pente d'un alvéole au sein du quartier de stockage MA-VL*

6.1.2.2 Les galeries de liaison

La localisation des galeries de liaison est représentée sur la figure 6-4 (illustration du quartier à terminaison, c'est-à-dire lorsque tous les alvéoles ont été mis en service).

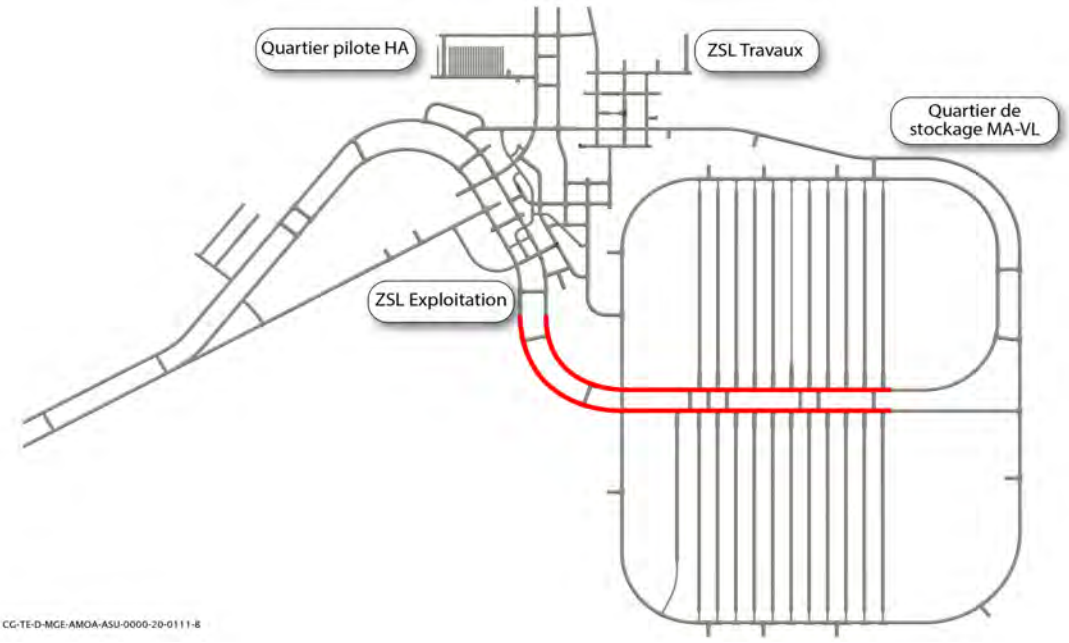


Figure 6-4 *Illustration du quartier de stockage MA-VL – Localisation des galeries de liaison exploitation après mise en service de l'ensemble des alvéoles de stockage MA-VL du quartier de stockage MA-VL*

Les galeries de liaison en exploitation ont une section utile permettant (cf. Figure 6-5) :

- le passage de tous les types de hottes de transfert MA-VL chargées sur leur chariot ;
- le passage pour un véhicule d'intervention ;
- le passage des réseaux notamment : les réseaux de ventilation (en pleine section pour le soufflage, en voûte pour l'extraction de l'air vicié), les réseaux électriques : courants forts (CFO) et courants faibles industriels (CFI) et le réseau d'eau incendie en charge.

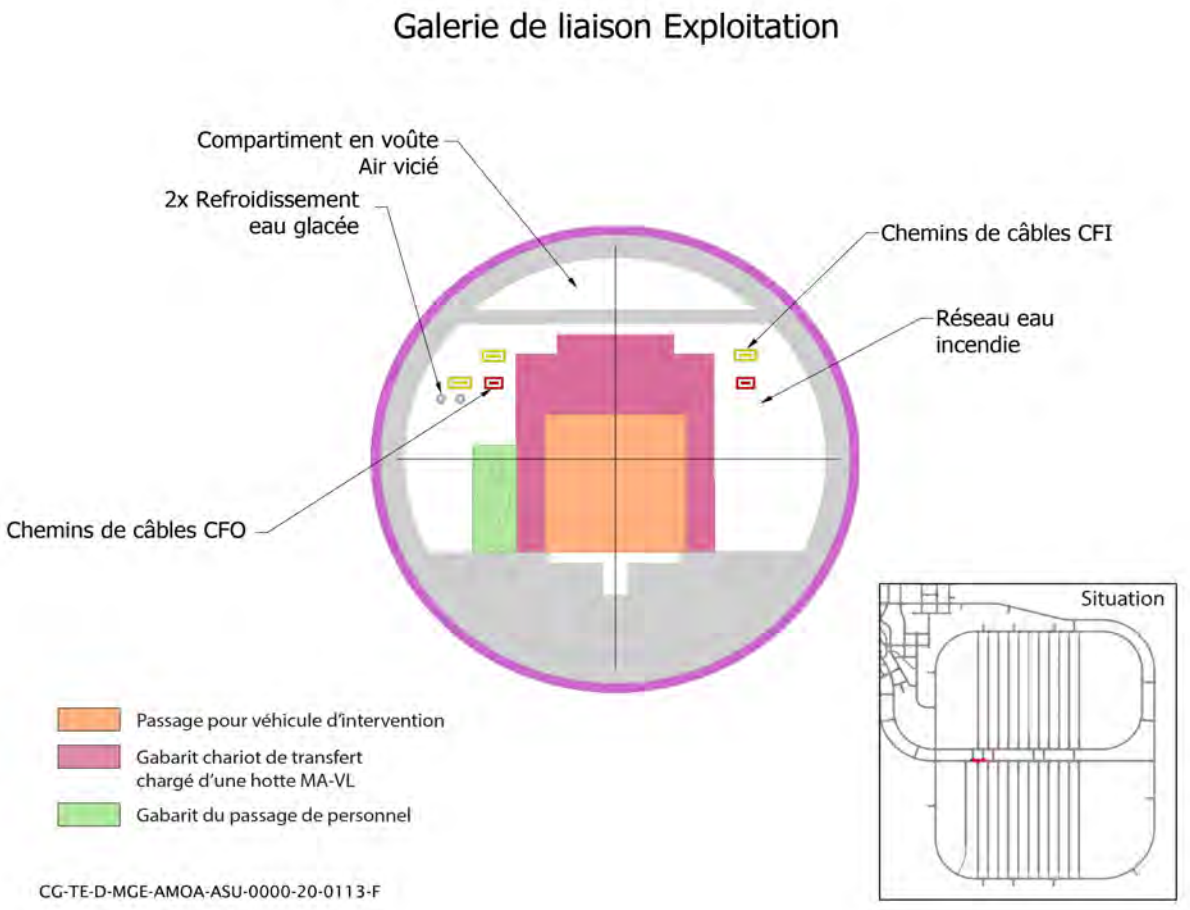


Figure 6-5 *Illustration du quartier de stockage MA-VL – Galerie exploitation – Section courante*

Au sein de la zone en exploitation nucléaire, des éléments physiques assurent le compartimentage et la sectorisation afin de limiter la propagation de l'incendie et ses conséquences, et de permettre l'évacuation des personnes et l'intervention des forces de sécurité.

6.1.2.3 Les galeries travaux

La localisation des galeries travaux est illustrée sur la figure 6-6 (illustration du quartier à terminaison, c'est-à-dire lorsque tous les alvéoles ont été mis en service).

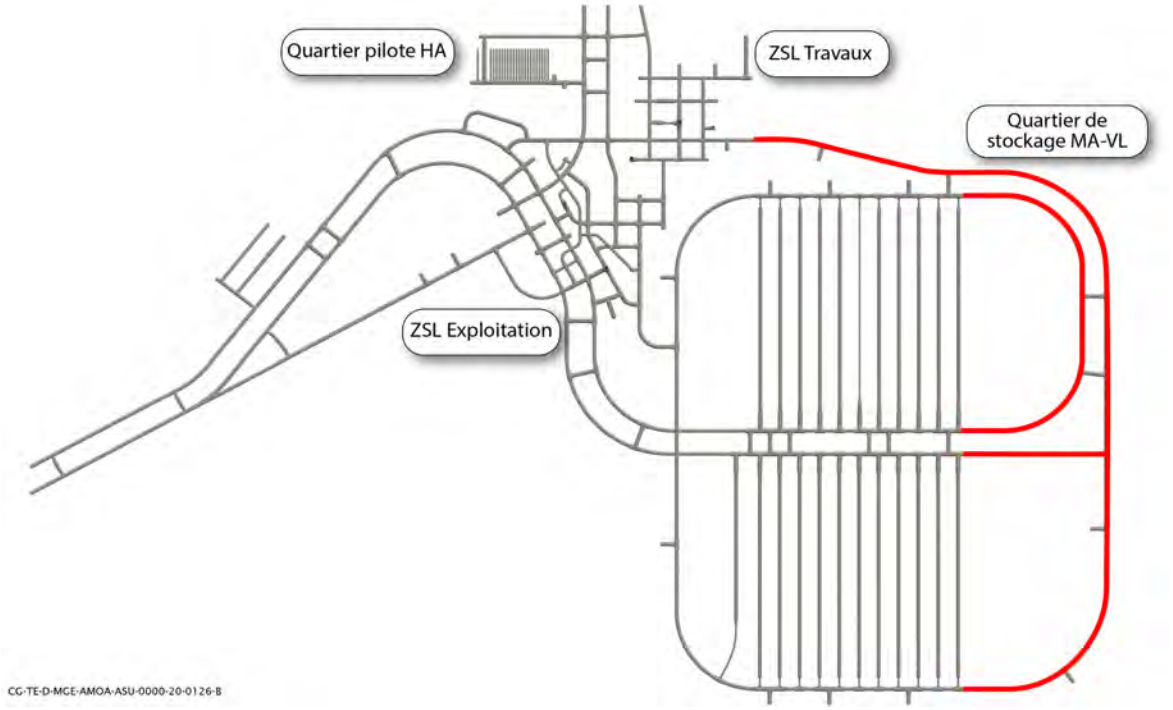


Figure 6-6 *Illustration du quartier de stockage MA-VL – Localisation des galeries travaux après mise en service de l'ensemble des alvéoles de stockage MA-VL du quartier de stockage MA-VL*

Les galeries travaux permettent le passage des engins de travaux et l'intégration de l'ensemble des réseaux et équipements nécessaires aux opérations de construction des alvéoles MA-VL.

Les réseaux et équipements présents dans les galeries travaux sont les suivants :

- les fourreaux, réservations et réseaux fluides nécessaires aux travaux ;
- les gaines de ventilation spécifiques aux travaux pour l'apport d'air frais ;
- un convoyeur à bande permettant de mariner les déblais issus des travaux de creusement.

Les galeries travaux présentent une section similaire à celle des galeries exploitation.

6.1.2.4 Les galeries de retour d'air

La localisation des galeries de retour d'air, dans la dernière phase d'exploitation du quartier de stockage MA-VL, lorsque tous les alvéoles ont été mis en service, et celle de la galerie de collecte des galeries de retour d'air sont indiquées respectivement en rouge et en vert sur la figure 6-7 ci-dessous.

Elles servent à évacuer l'air permettant la ventilation du quartier de stockage MA-VL (dont les alvéoles) vers son exutoire.

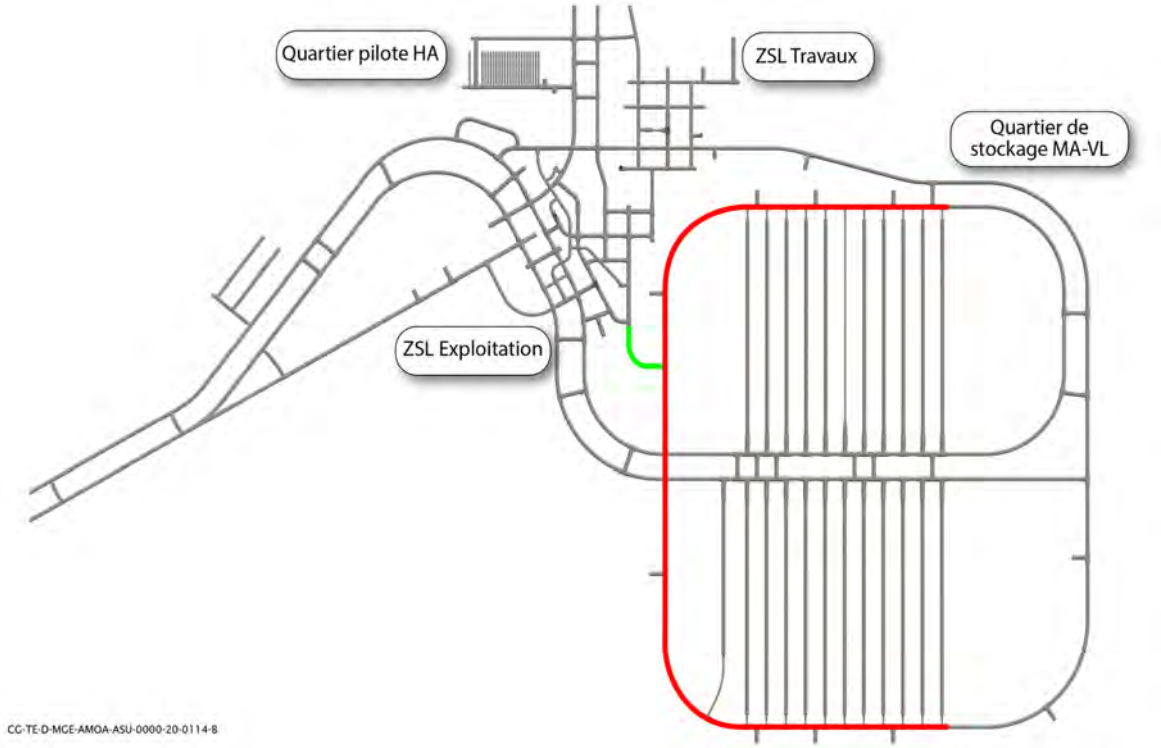


Figure 6-7 *Illustration du quartier de stockage MA-VL – Localisation des galeries de retour d'air après mise en service de l'ensemble des alvéoles de stockage MA-VL du quartier de stockage MA-VL*

6.1.2.4.1 Les galeries de retour d'air

L'air extrait des alvéoles MA-VL est filtré par les caissons de filtration implantés dans la jonction de retour d'air (JRA) puis est repris par une gaine qui fait la jonction entre la sortie de la jonction de retour d'air et le compartiment d'extraction en voûte de la galerie de retour d'air selon le fonctionnement de la ventilation décrit au chapitre 11 du présent volume.

Les galeries de retour d'air permettent aussi le cheminement de piétons (voie protégée) et de véhicules (une voie de circulation). Ces voies sont destinées aux opérations de maintenance et aux transports des équipements associés, ainsi qu'aux véhicules de secours.

La voie piétonne est en surpression par rapport à la voie de circulation et présente des accès réguliers à la voie de circulation.

Les galeries de retour d'air présentent une section utile similaire à celle des galeries exploitation. En galerie de retour d'air les réseaux présents sont (cf. Figure 6-8) :

- les réseaux de ventilation :
  - ✓ en pleine section pour l'apport d'air frais dans les galeries de retour d'air ;
  - ✓ en voûte pour l'extraction de l'air vicié, séparé en deux compartiments :
    - une gaine pour l'extraction de l'air vicié provenant des galeries de retour d'air ;
    - une gaine pour l'extraction de l'air vicié provenant des alvéoles MA-VL (par les jonctions de retour d'air) ;
  - ✓ en gaine métallique pour l'apport d'air frais dans le cheminement protégé des galeries de retour d'air (dont l'extraction est réalisée par l'intermédiaire de clapets de surpression répartis à intervalle régulier le long du linéaire) ;
- les réseaux d'eau incendie (réseau en charge) ;
- les réseaux électriques.

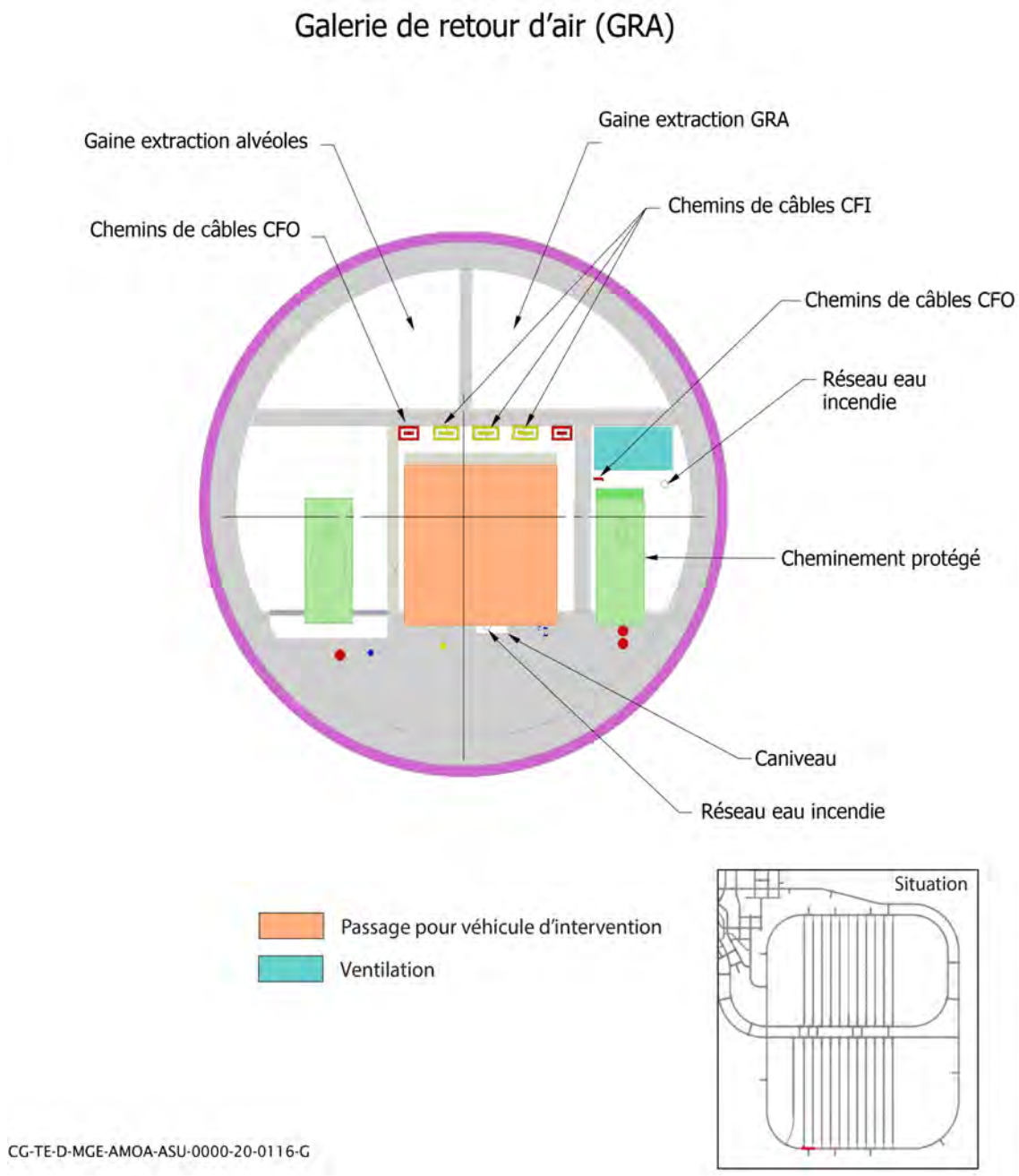


Figure 6-8 Illustration de la galerie de retour d'air du quartier de stockage MA-VL

Nota : la Figure 6-9 est illustrative d'une section au droit d'un local technique CFO/CFI (local à gauche de la figure).

6.1.2.4.2 La galerie de collecte des galeries de retour d'air

Cette galerie a les mêmes fonctions que la galerie de retour d'air, comme illustré sur la figure 6-9. Elle collecte l'air vicié des différentes gaines de retour d'air issu des galeries de retour d'air.

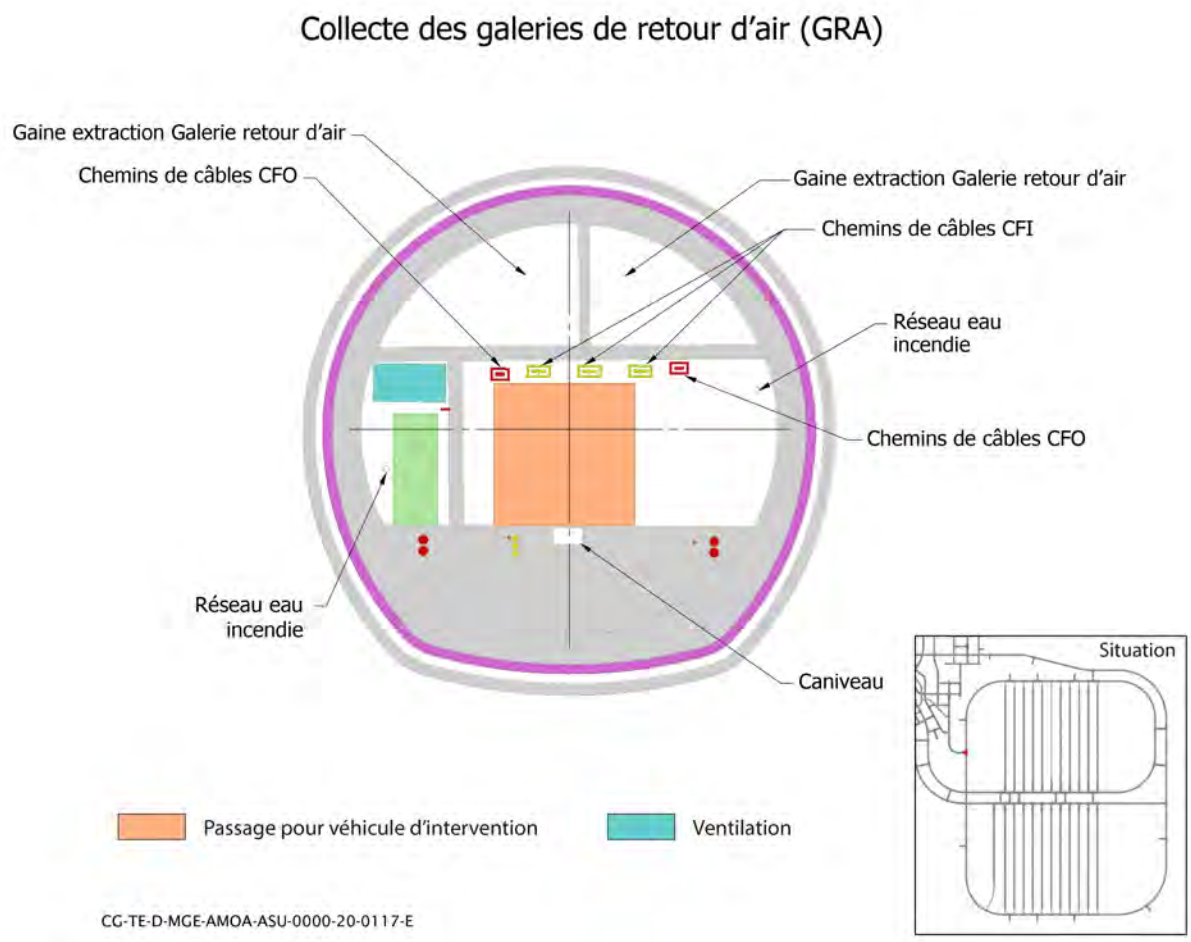


Figure 6-9 *Illustration de la galerie de collecte des GRA (section courante) du quartier de stockage MA-VL*

6.1.2.5 Les alvéoles de stockage MA-VL

Les alvéoles de stockage MA-VL et leur fonctionnement sont décrits au chapitre 6.2 du présent volume.

6.1.2.6 Les galeries de recoupes et galerie borgnes techniques

6.1.2.6.1 Les galeries de recoupes

Les recoupes entre galeries permettent notamment d'assurer les fonctions d'évacuation du personnel et d'intervention d'un véhicule de maintenance ou de secours.

Le positionnement des recoupes tient compte, d'une part, des phases de déploiement des alvéoles et, d'autre part, des contraintes liées au phasage de basculement d'un bloc d'alvéoles de la zone travaux à la zone en exploitation.

Ces galeries disposent, au niveau de leur raccordement avec les galeries de liaison, d'une porte mobile assurant la fonction de compartimentage sur détection incendie.

Les recoupes accueillent aussi des locaux techniques ainsi que des réseaux d'utilités.

Pour chaque phase de déploiement des alvéoles, le principe retenu consiste à disposer d'une recoupe courant faible en début de tranche à déployer et d'une recoupe courant fort en extrémité de tranche à déployer.

6.1.2.6.2 Les galeries borgnes techniques

Les galeries borgnes en zone exploitation hébergent les locaux techniques CFO/CFI destinés à alimenter les locaux techniques des jonctions de retour d'air (cf. Chapitre 6.2.2.7 du présent volume) ainsi que de la galerie de retour d'air.

La localisation des galeries borgnes courant fort/courant faible situées en galeries de retour d'air est illustrée sur la figure 6-10 ci-après.

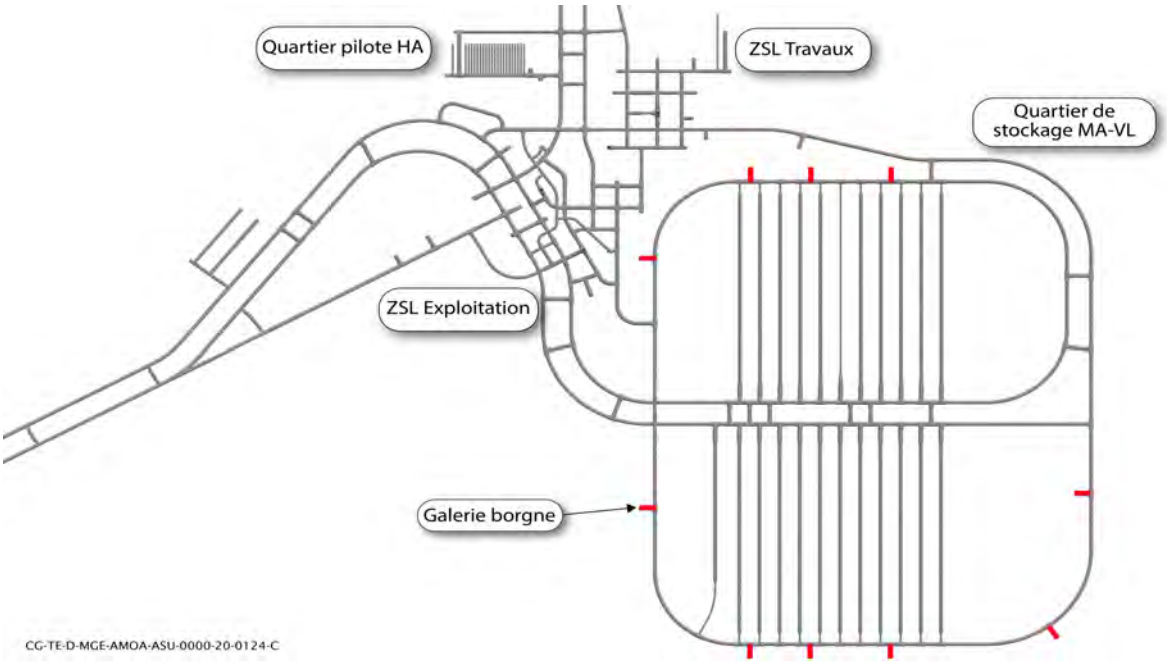


Figure 6-10 *Illustration de la localisation des galeries borgnes du quartier de stockage MA-VL*

6.1.2.7 La galerie d'accès

Les galeries d'accès (cf. Figure 6-11) sont directement connectées aux galeries de liaison et permettent ainsi le transfert de la hotte *via* une navette depuis la galerie de liaison jusqu'à la cellule de manutention sans rotation de la hotte.

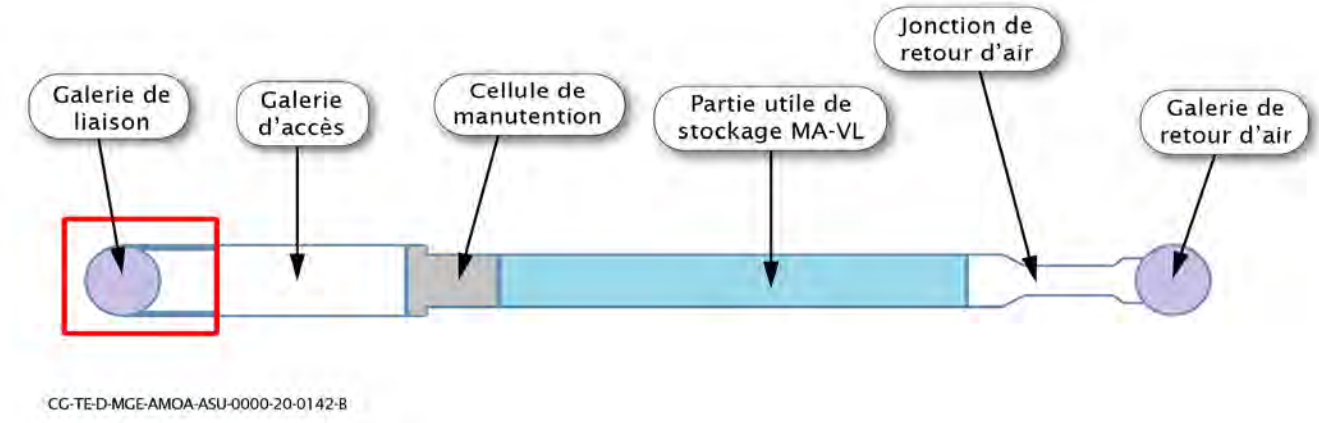


Figure 6-11 *Illustration du positionnement de la galerie d'accès d'un alvéole de stockage MA-VL*

À l'intersection entre la galerie de liaison et la galerie d'accès, une table tournante de voie permet à la navette circulant dans la galerie d'accès de se positionner sous la hotte (cf. Figure 6-12). La table tournante de voie oriente les voies de roulement dans l'axe de la galerie de liaison pour la marche du chariot ou dans l'axe de la galerie d'accès pour la marche de la navette.

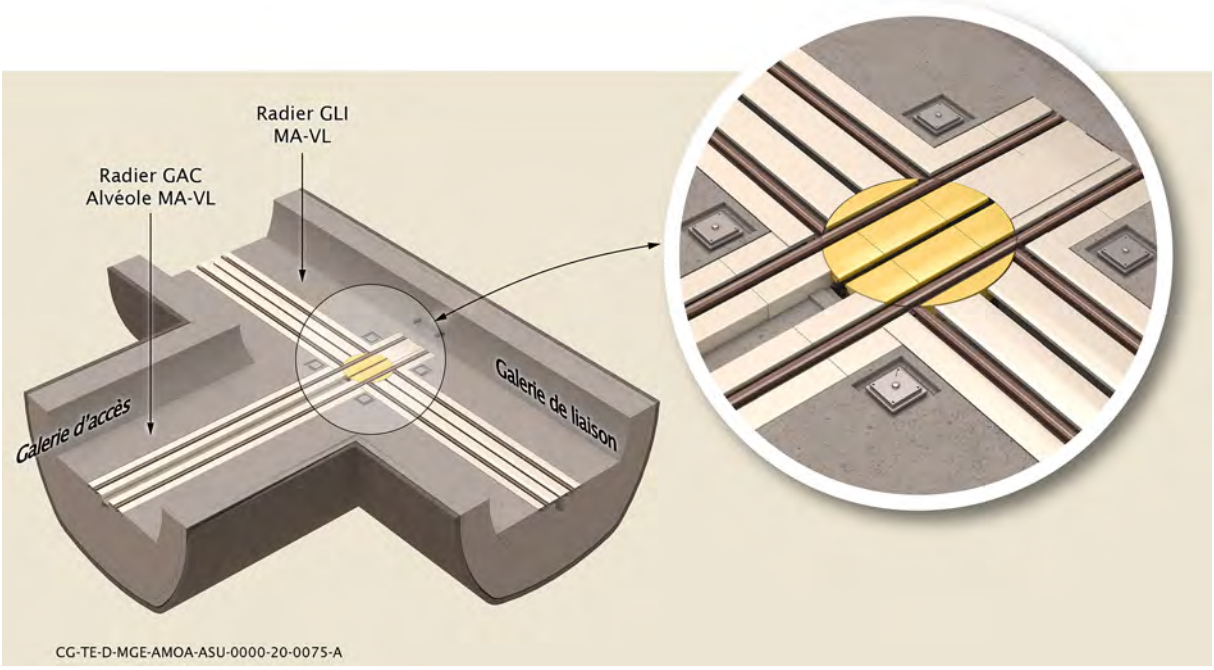


Figure 6-12 *Illustration de l'intersection entre galerie de liaison et galerie d'accès MA-VL, rails et table de voie*

La galerie d'accès à l'alvéole MA-VL comprend la paroi d'accostage sur laquelle se positionne la hotte au moyen d'une table d'accostage pour permettre le transfert du colis dans l'alvéole. Elle est composée d'une porte en acier dite « façade d'accostage » et d'un voile béton. Elle délimite la galerie d'accès de la cellule de manutention et assure la séparation des classes de confinement C1 et C2 ainsi que la protection radiologique et la sectorisation incendie.

Au sein de la paroi d'accostage, un sas d'accès du personnel et de matériels à la cellule de manutention est aménagé.

La galerie d'accès de l'alvéole MA-VL accueille aussi un local technique, un local refuge et un poste de conduite local.

Les galeries d'accès aux alvéoles MA-VL, accueillent également les réseaux d'utilités (réseau incendie, réseaux CFI, CFO, cf. Figure 6-13, réseaux ventilation de l'alvéole par transfert en pleine section et ventilation des locaux de la galerie d'accès, réseau d'air comprimé).

Figure 6-13 Illustration des locaux électriques dans la galerie d'accès

6.1.2.8 La navette MA-VL

La navette MA-VL assure le transfert de la hotte entre l'intersection avec la galerie de liaison et la façade d'accostage (cf. Figure 6-14).

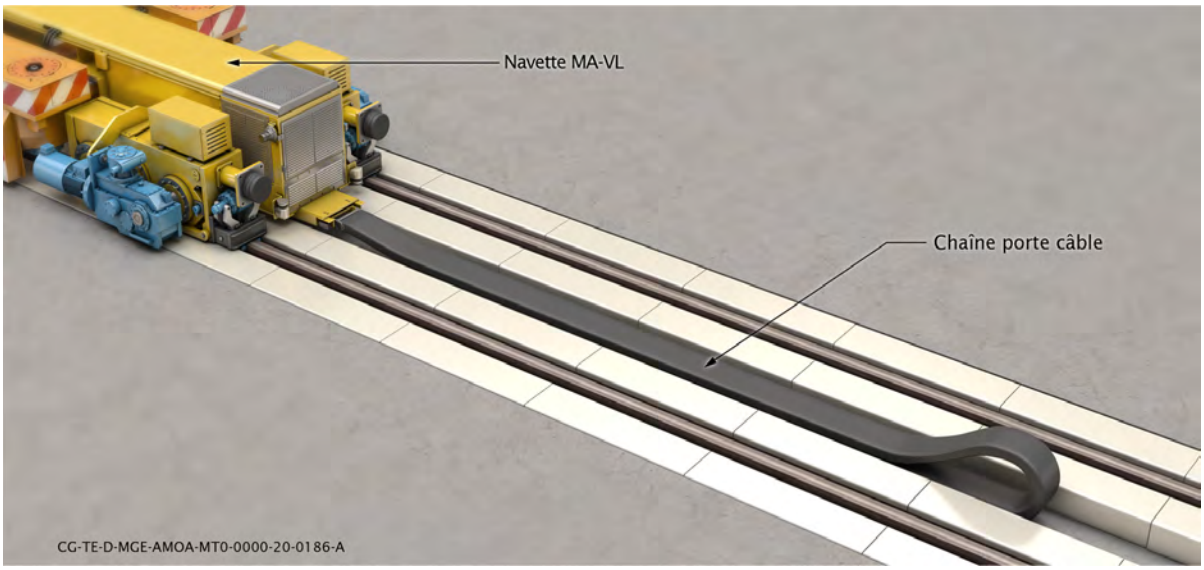


Figure 6-14 Illustration de la navette MA-VL

La conception de la navette MA-VL est similaire à celle du chariot transfert-fond (Cf. 5.2.5.3 du présent volume). Elle est composée d'un châssis principal, de bogies, de dispositifs anti-soulèvement et anti-déraillement, d'un mécanisme de translation, d'un mécanisme de levage et de dispositifs de freinage.

6.1.2.9 Le démonstrateur d'alvéole MA-VL

Le démonstrateur d'alvéole MA-VL est positionné à l'entrée du quartier de stockage MA-VL (cf. Figure 6-15).

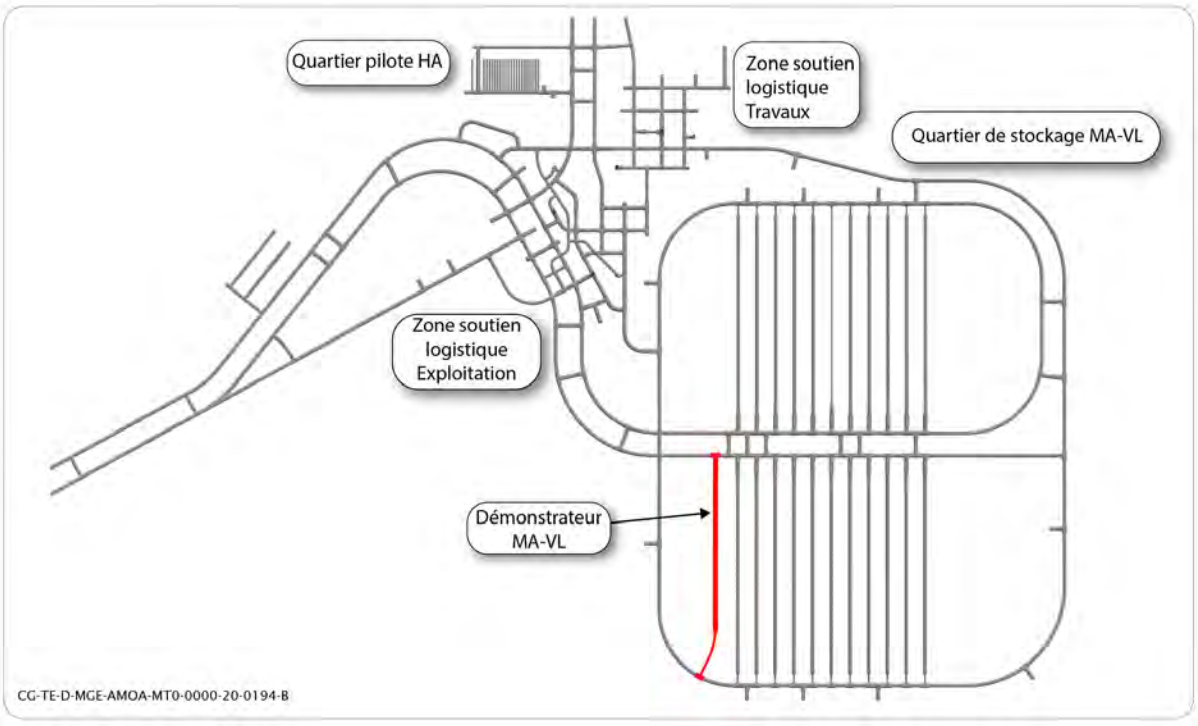


Figure 6-15 *Illustration de la localisation du démonstrateur d'alvéole MA-VL dans le quartier de stockage MA-VL*

La partie rectiligne du démonstrateur d'alvéole MA-VL mesure environ 400 mètres de longueur et permet de reconstituer les différentes zones techniques d'un alvéole MA-VL : galerie d'accès, cellule de manutention, partie utile de stockage, jonction de retour d'air. À la suite de cette galerie rectiligne, une galerie en partie courbe permet le passage vers la galerie de retour d'air.

Ce démonstrateur n'est pas destiné à stocker des colis de déchets et n'est donc pas équipé de paroi séparative (paroi d'accostage, paroi de radioprotection, paroi de fond de partie utile d'alvéole). Lorsque la faisabilité de la construction des alvéoles MA-VL aura été démontrée, ce démonstrateur deviendra un alvéole témoin destiné à la surveillance.

6.1.3 Le fonctionnement de la zone de stockage MA-VL

La description de l'opération de transfert d'un colis MA-VL en hotte depuis la gare haute jusqu'à la table tournante de voies en galerie de liaison à l'intersection avec la galerie d'accès à un alvéole MA-VL est présentée au chapitre 5.3 du présent volume.

La description de l'opération de transfert de la hotte de transfert MA-VL chargée de son colis depuis la table tournante de voies jusqu'à la paroi d'accostage de l'alvéole MA-VL est présentée ci-après.

La navette MA-VL amène la hotte au droit de la table d'accostage devant la façade d'accostage de l'alvéole de stockage (cf. Figure 6-17 et figure 6-18). La navette MA-VL dépose la hotte sur la table d'accostage, puis la navette retourne à sa position de garage (cf. Figure 6-16).

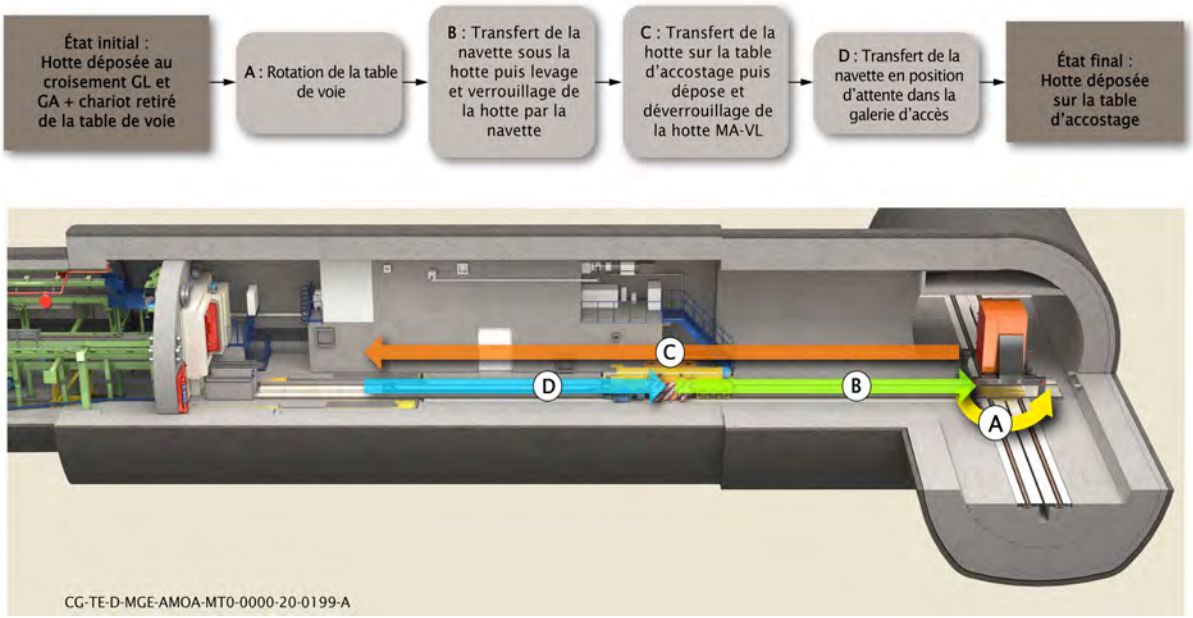


Figure 6-16 *Schématisation du process de transfert des hottes en galerie d'accès d'un alvéole de stockage MA-VL*

Nota : le principe de fonctionnement du process est que la hotte est toujours verrouillée sur un moyen de manutention y compris lors des phases transitoires de fonctionnement.

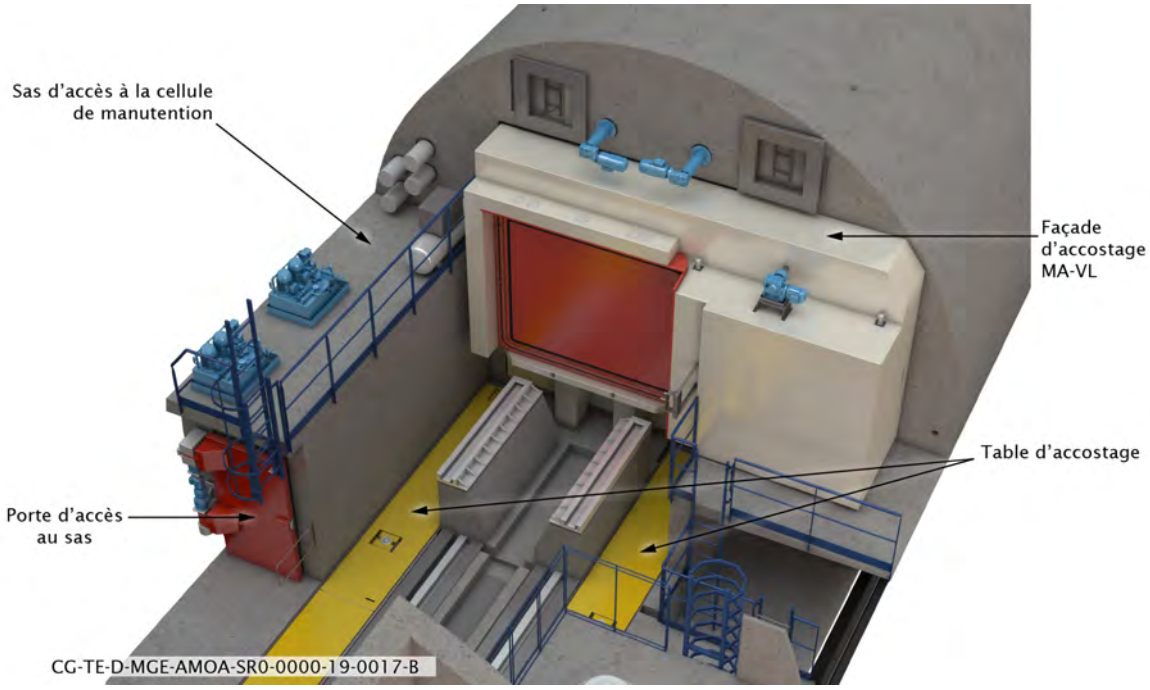


Figure 6-17 *Illustration de la façade d'accostage vue depuis la galerie d'accès de l'alvéole de stockage MA-VL*

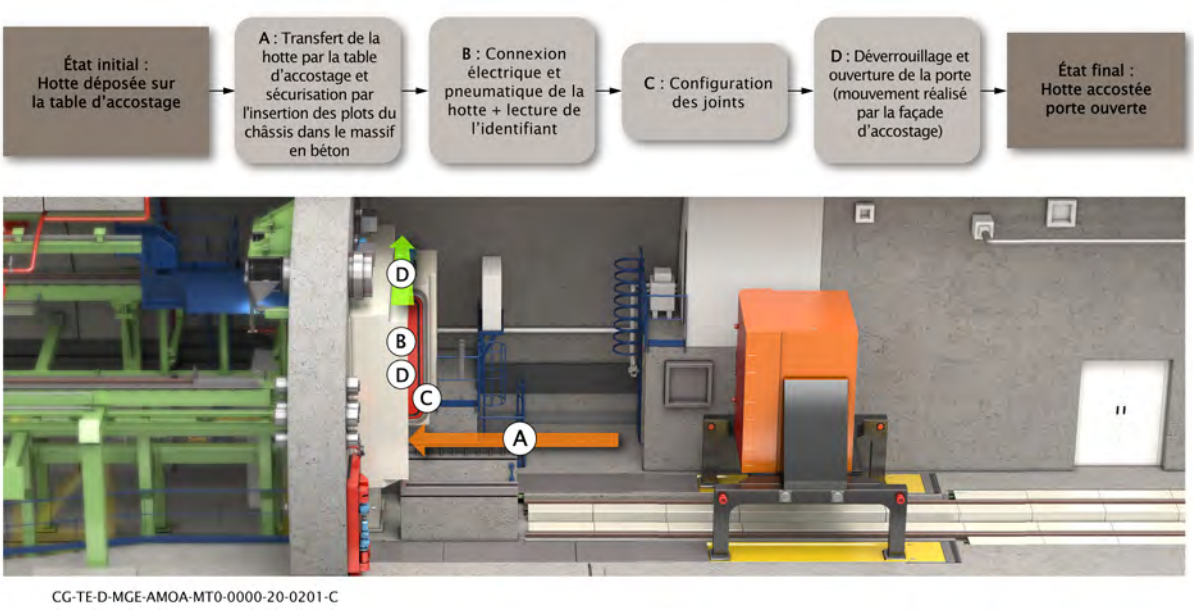


Figure 6-18 Illustration du du process d'accostage des hottes de transfert MA-VL

L'utilisation d'une table d'accostage permet de positionner la hotte de façon précise contre la façade d'accostage (cf. Figure 6-18). Dès que la hotte est positionnée, les contrôles d'identification de la bonne destination de la hotte et de conformité du transfert (accéléromètre) sont pratiqués, puis les connexions électriques et pneumatiques sont réalisées pour permettre les opérations de déverrouillage et d'ouverture des portes — hotte et façade (cf. Chapitre 3.3.1 du présent volume).

Les opérations d'extraction de la hotte et de mise en stockage en alvéole du colis sont présentées au chapitre 6.2.3 du présent volume.

6.2 Les alvéoles MA-VL en fonctionnement

Les alvéoles MA-VL, destinés au stockage des colis de déchets, sont des tunnels orientés suivant la direction de la contrainte principale horizontale majeure. La pente maximale de l'alvéole en partie utile de stockage est de 1 %.

Les alvéoles sont connectés d'une part à la galerie d'accès, elle-même connectée à la galerie de liaison, d'autre part à la galerie de retour d'air (cf. Figure 6-19).

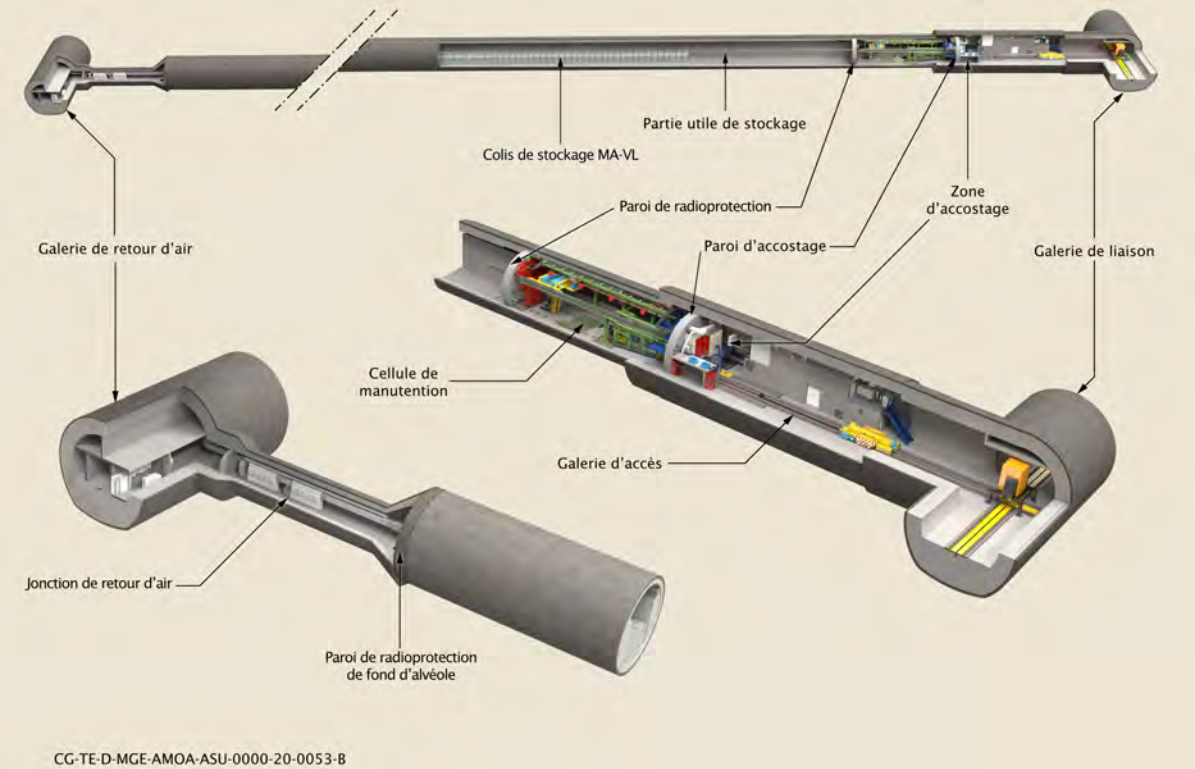


Figure 6-19 Illustration des zones fonctionnelles de l'alvéole de stockage MA-VL

Chaque alvéole de stockage MA-VL est composé des éléments suivants :

- la cellule de manutention (CM) ; elle accueille les équipements de manutention pour décharger la hotte et préparer la prise en charge du colis par le pont stockeur. La cellule de manutention est séparée de la partie utile de stockage par une paroi de radioprotection qui se compose d'un voile béton et d'un écran de radioprotection constitué de plusieurs panneaux mobiles en acier ;
- la partie utile de stockage ; elle accueille les colis manutentionnés par le pont stockeur. Cette partie utile de stockage est encadrée à chacune de ses extrémités par une paroi de radioprotection ;
- la jonction de retour d'air ; elle est comprise entre la paroi de radioprotection de fond d'alvéole et la galerie de retour d'air.

6.2.1 Les fonctions d'exploitation

Les principales fonctions d'exploitation de l'alvéole MA-VL sont :

- stocker les colis de déchets radioactifs ;
- permettre le retrait de colis de stockage ;
- pouvoir être fermé.

6.2.2 Les principes de conception et description

6.2.2.1 La façade d'accostage

La façade d'accostage fixée sur la paroi d'accostage permet le transfert d'un colis manutentionné en hotte dans la galerie d'accès vers la cellule de manutention de l'alvéole (cf. Figure 6-20).

Deux géométries de façade sont prévues pour l'accostage des trois types de hottes de transfert MA-VL, sachant que les hottes type 2 et type 3 présentent des dimensions de porte identiques.

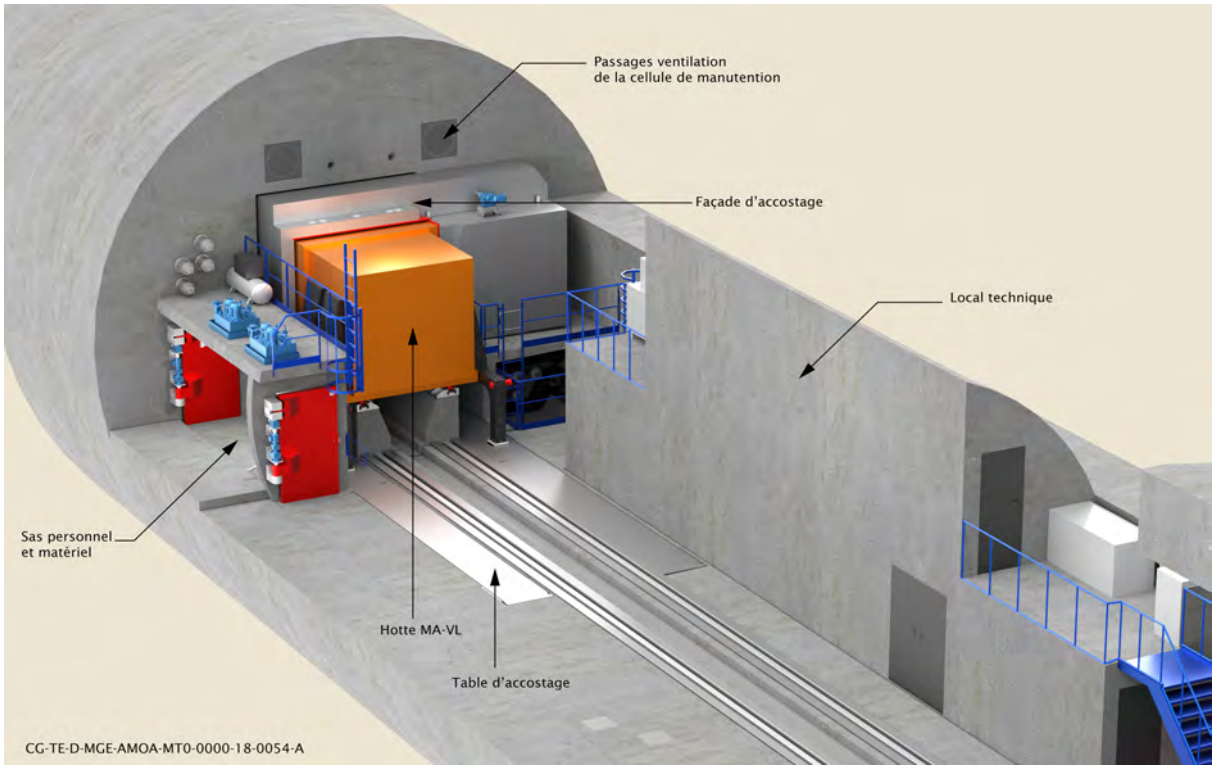


Figure 6-20 *Illustration de l'aménagement de la zone d'accostage de l'alvéole MA-VL en galerie d'accès à l'alvéole de stockage MA-VL*

La paroi d'accostage est une protection radiologique constituée d'un voile en béton et d'une façade d'accostage en acier. Elle est décrite ainsi que son fonctionnement au paragraphe 3.3.1.

La paroi d'accostage est munie de plusieurs traversées (électriques, hydrauliques, pneumatiques…). Ces traversées sont conçues de sorte à garantir une continuité des protections (confinement, incendie, radiologique) assurée par l'épaisseur de béton du génie civil de la paroi d'accostage. Les clapets coupe-feu de la ventilation de l'alvéole se situent au niveau de la paroi d'accostage.

Comme en surface, les façades d'accostage sont recouvertes d'une protection thermique sur l'ensemble de ses composants : supports châssis, porte coulissante, de même conception que celle de la hotte de transfert MA-VL. Cette protection thermique permet également de préserver les joints gonflables de la façade lors de la connexion, garantissant ainsi le confinement en situation d'incendie.

6.2.2.2 Le sas d'accès à la cellule de manutention

Un sas d'accès pour le personnel et le matériel à la cellule de manutention depuis la galerie d'accès est prévu notamment pour les opérations d'exploitation (changement de nappe de remplissage), de maintenance ou de dépannage (cf. Figure 6-21). Cet accès est strictement interdit en présence d'un colis de stockage dans la cellule de manutention ou si l'écran de radioprotection est en position ouvert.

Le sas se trouve à l'opposé des locaux techniques et adossé à la galerie d'accès.

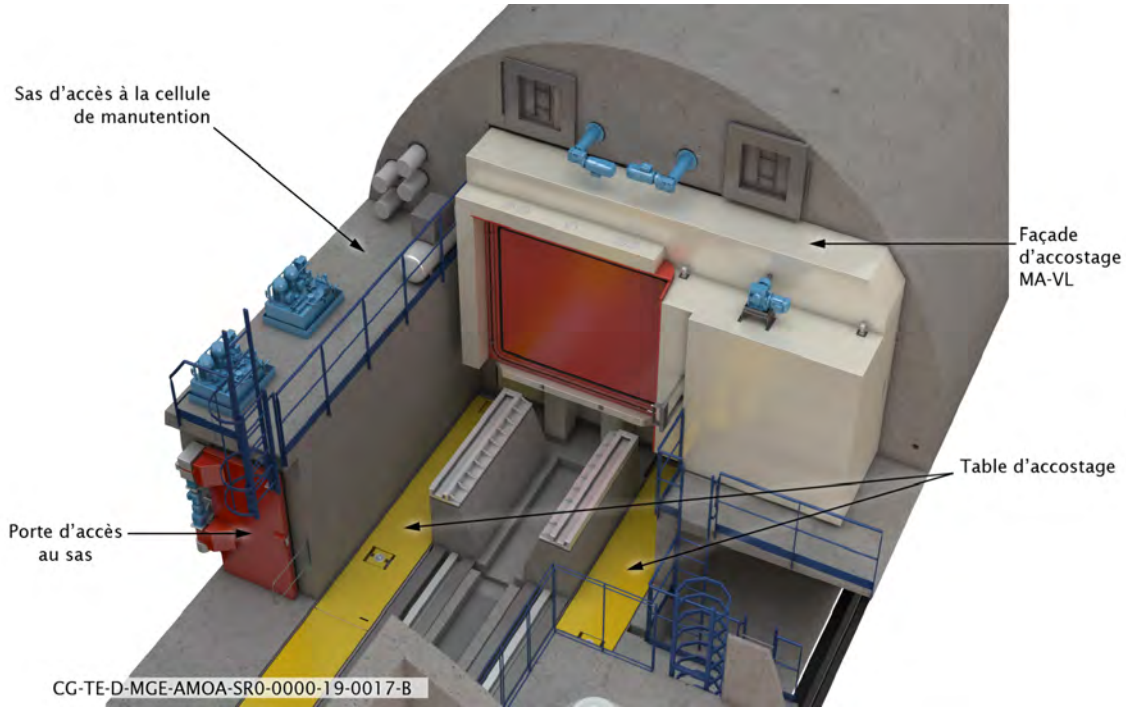


Figure 6-21 *Illustration de l'implantation du sas d'accès à la cellule de manutention de l'alvéole de stockage MA-VL*

À chaque extrémité, des portes en acier assurent la fermeture étanche du sas et un rôle de protection radiologique. Les deux portes du sas sont motorisées et inter-verrouillées ; les deux portes ne peuvent être ouvertes en même temps. L'accès au sas n'est autorisé que lors des opérations de dépannage et de maintenance et pour les opérations de configuration de la cellule de manutention. Durant l'exploitation, les deux portes du sas sont maintenues fermées au moyen :

- d'une consignation physique de la porte d'accès au sas ;
- d'un verrouillage des deux portes du sas géré par le contrôle d'accès en cellule qui maintient les portes du sas fermées tant que les conditions suivantes ne sont pas vérifiées :
  - ✓ position fermée de l'écran de radioprotection et de la façade d'accostage ;
  - ✓ consignation de l'écran de radioprotection et de la façade d'accostage ;
  - ✓ ambiance radiologique en cellule cohérente avec une zone contrôlée verte ou jaune selon les cellules, conformément au zonage radiologique de la cellule de manutention en l'absence de colis ;
  - ✓ séquence de mise en alvéole terminée ;
  - ✓ arrêt d'exploitation.

L'étanchéité de chaque porte est réalisée par un joint gonflable.

6.2.2.3 La cellule de manutention

La cellule de manutention permet de réaliser le déchargement de la hotte et la mise en stockage du colis en fonction de son emplacement dans l'alvéole. Les équipements implantés en cellule de manutention sont principalement (cf. Figure 6-22) :

- le dispositif de réception des colis : la table de réception et son plateau de transfert ;
- le dispositif de mise à niveau des colis lorsque nécessaire : l'élévateur ;
- le dispositif de convoyage des colis : le pont stockeur (ou le chariot stockeur pour les colis de type CS6) ;
- l'écran de radioprotection.

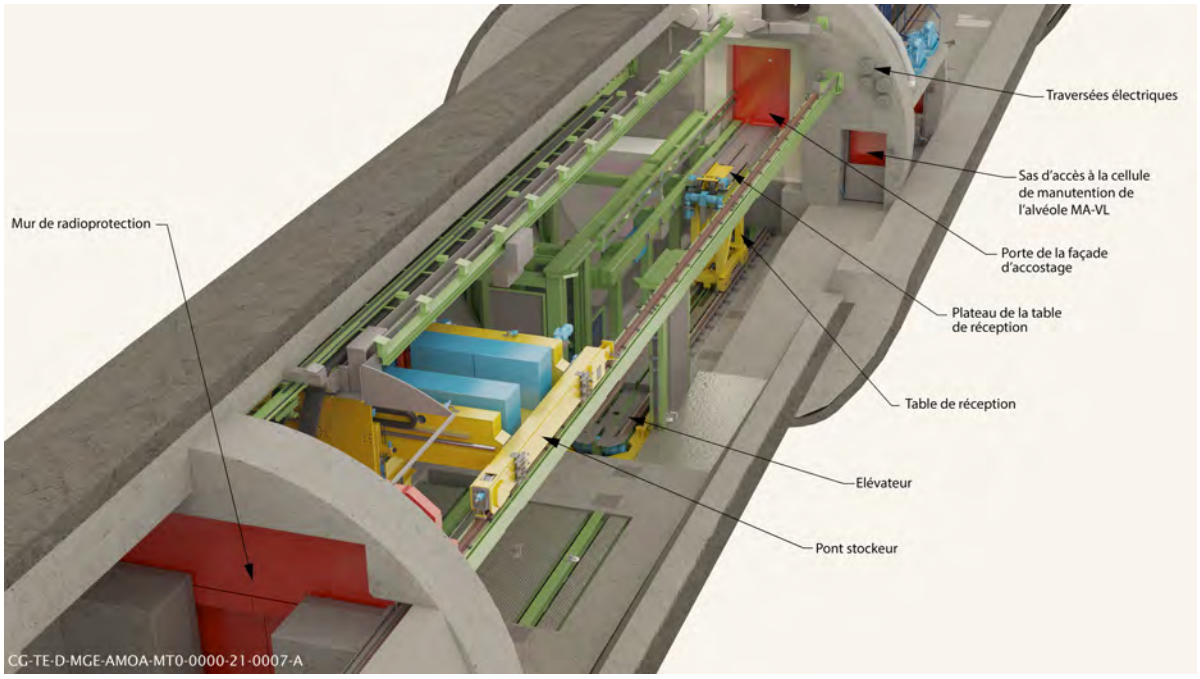


Figure 6-22 *Illustration de la cellule de manutention d'un alvéole de stockage MA-VL*

La cellule de manutention comprend les systèmes supports nécessaire à son fonctionnement (ventilation par transfert en pleine section, alimentation électrique et détection/lutte incendie).

La cellule de manutention comporte des espaces réservés en cas d'opérations de retrait des colis permettant la mise en place d'un système de contrôle et de fixation de la contamination si nécessaire.

Elle est séparée de la partie utile de l'alvéole de stockage par une paroi de radioprotection constituée d'un voile en béton et par un écran de radioprotection. Ils assurent un niveau de protection radiologique vis-à-vis des colis stockés suffisamment élevé pour permettre l'intervention de personnel à l'intérieur de la cellule de manutention (hors activité de manutention de colis).

6.2.2.4 La paroi de radioprotection à l'entrée de la partie utile de l'alvéole

En fond de cellule de manutention, la paroi de radioprotection permet de protéger les équipements et opérateurs, notamment lors des opérations de reconfiguration et de maintenance en cellule de manutention, d'une exposition externe aux rayonnements ionisants du fait de la présence de colis au sein de la partie utile de l'alvéole (cf. Figure 6-19). La paroi est munie d'un écran de radioprotection permettant le passage du pont stockeur ou du chariot stockeur (cf. Figure 6-23).

La protection radiologique est reconstituée au droit des piquages d'air par des vis de protection radiologique intégrées dans la paroi.

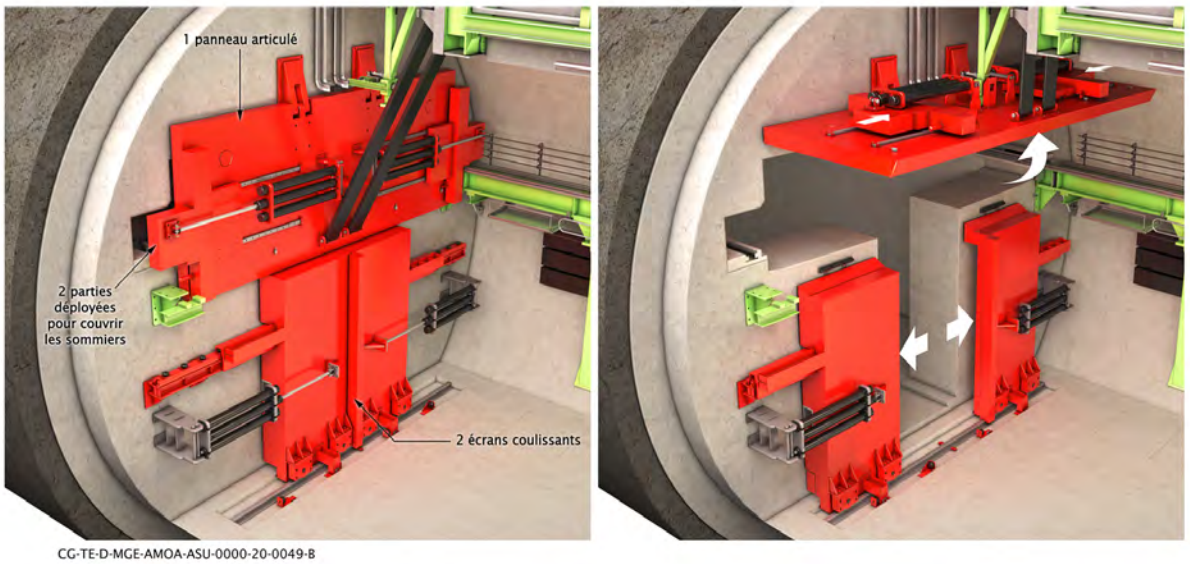


Figure 6-23 *Illustration de écran de radioprotection fermé (vue de gauche) et ouvert (vue de droite) d'un alvéole de stockage MA-VL*

L'écran de radioprotection est constitué de :

- deux portes inférieures à ouvertures latérales en opposition, actionnées par des vérins hydrauliques ;
- un panneau supérieur articulé autour des charnières horizontales, actionné par vérin et chaînes ;
- deux panneaux latéraux montés sur le panneau supérieur, actionnés par des vérins hydrauliques.

L'écran de radioprotection en position fermée est transparent aérauliquement.

6.2.2.5 La partie utile de l'alvéole de stockage

La section excavée de la partie utile de l'alvéole MA-VL (hors alvéole de colis CS6) est de l'ordre de 85 m².

La partie utile de l'alvéole de stockage est réalisée selon une géométrie visant à laisser un vide le plus faible possible une fois tous les colis de stockage mis en place.

Les aménagements internes des alvéoles sont ainsi réalisés selon une géométrie distincte selon les colis à stocker. Sur l'ensemble des alvéoles envisagées, il y a plus d'une dizaine de géométries différentes. Par exemple, l'aménagement de quatre alvéoles différents est illustré sur la figure 6-24 ci-après.

Figure 6-24 *Illustration des sections des alvéoles de stockage MA-VL de la tranche 1*

Chacune de ces géométries d'aménagement interne d'un alvéole est réalisée pour s'adapter au mieux aux différents colis qu'il est prévu de stocker.

Les colis de stockage sont espacés afin de permettre leur mise en stockage et leur retrait (sur une durée séculaire) tout en conservant un taux de vide le plus faible possible.

Les colis sont disposés en nappes. Une nappe doit être complète avant d'entamer le chargement de la suivante. De plus, des blocs dits de radioprotection sont installés à l'avant de chaque nappe au plus près des colis afin de limiter l'exposition aux rayonnements ionisants du personnel intervenant au sein de la cellule de manutention. Ces blocs permettent également de limiter la hauteur de chute des colis lors des opérations de chargement de la deuxième nappe (cf. Figure 6-25). Les dimensions des blocs bétons varient entre les différents alvéoles MA-VL.

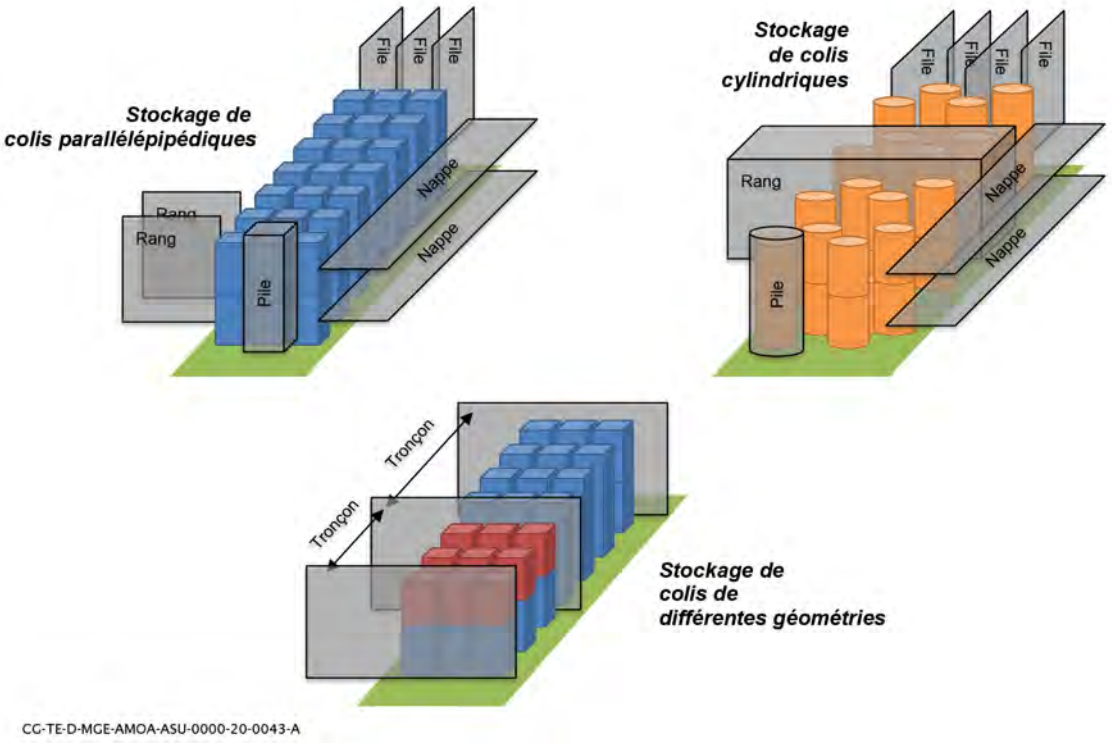


Figure 6-25 Illustration du remplissage des alvéoles de stockage MA-VL par nappes

Les blocs de radioprotection forment un « mur de radioprotection ». Ces blocs présentent un agencement permettant de casser les lignes de fuite et d'assurer la fonction de protection radiologique tout en laissant passer l'air de la ventilation (cf. Figure 6-26 et figure 6-27).

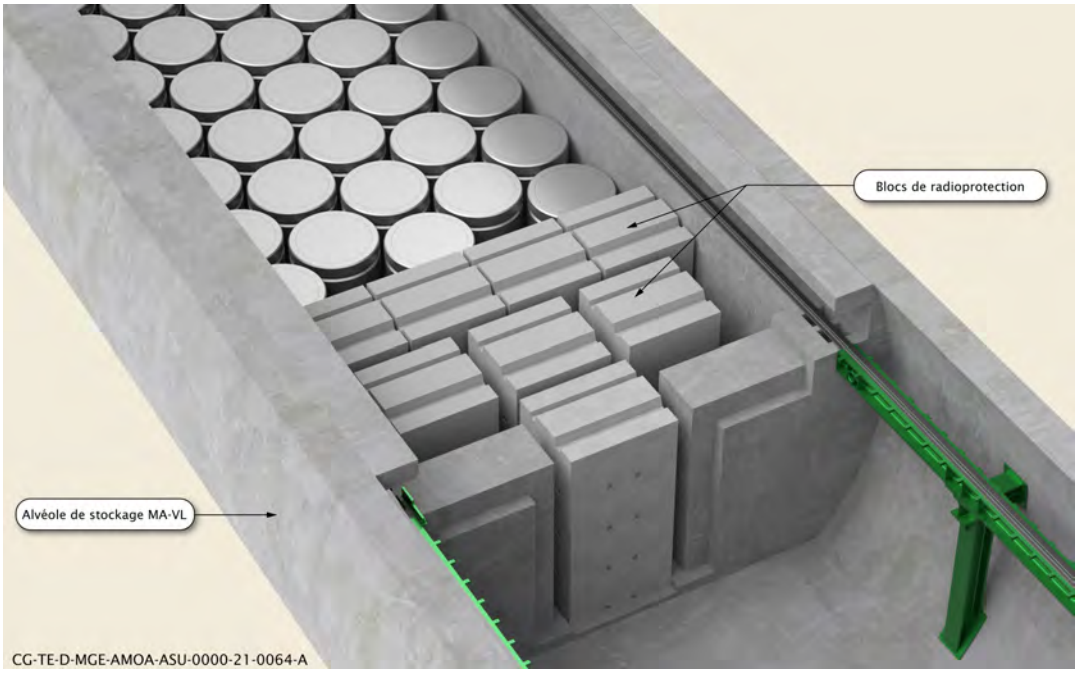


Figure 6-26 Illustration des blocs de radioprotection MA-VL (vue en plan)

Figure 6-27 Illustration des blocs de radioprotection MA-VL (vue en coupe)

6.2.2.6 La paroi de radioprotection au fond de l'alvéole

La partie utile de l'alvéole est séparée de la jonction de retour d'air par une paroi de radioprotection au fond de partie utile d'alvéole (cf. Figure 6-19).

La protection radiologique est reconstituée au droit des piquages d'extraction d'air par des vis de protection radiologique intégrées dans la paroi.

L'air extrait des alvéoles MA-VL est canalisé *via* des gaines métalliques vers jonctions de retour d'air et les réseaux de collecte en galerie de retour d'air (cf. Figure 6-28). Un clapet coupe-feu monté sur la gaine assure le maintien de la sectorisation en cas d'incendie dans la partie utile de l'alvéole.

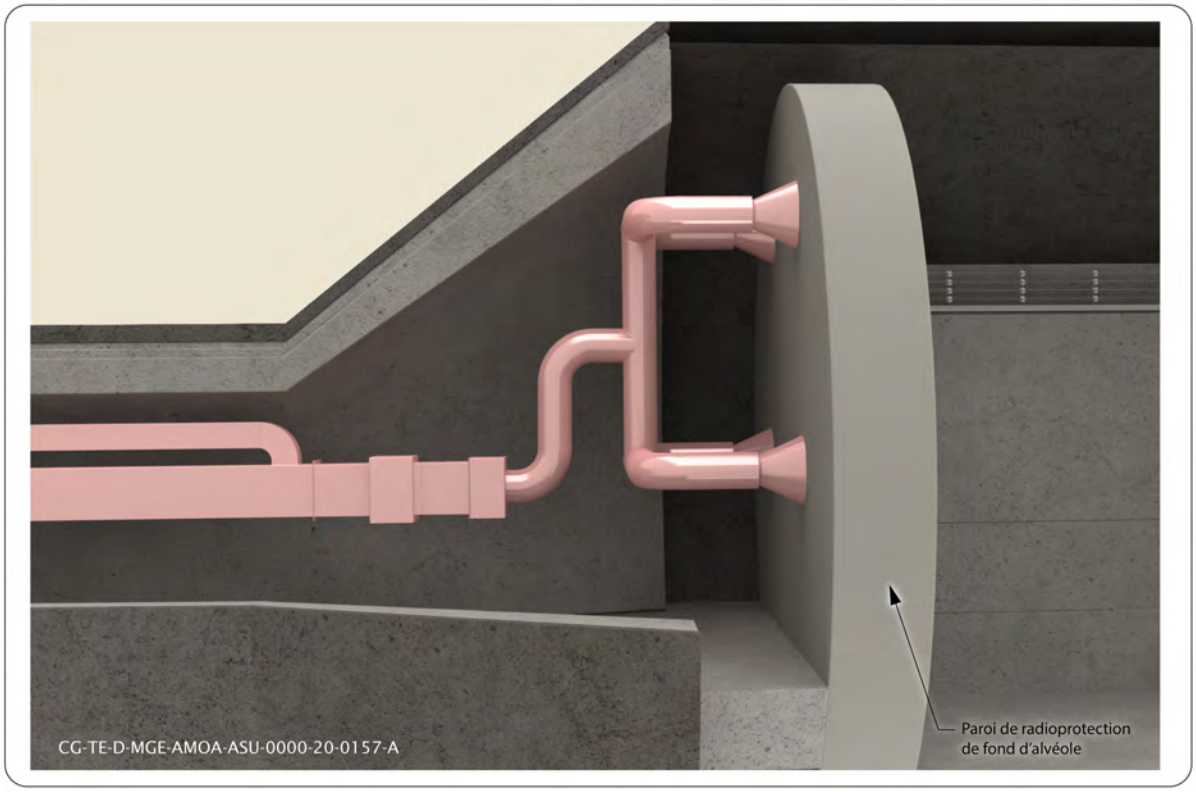


Figure 6-28 *Illustration de la paroi de radioprotection de fond d'alvéole de stockage MA-VL*

6.2.2.7 La jonction de retour d'air

Dans la jonction de retour d'air (cf. Figure 6-19), l'extraction d'air de l'alvéole est effectuée en gaine jusqu'au caisson de filtration.

La jonction de retour d'air de chaque alvéole MA-VL accueille l'ensemble du système de filtration de l'alvéole. Il est équipé de deux caissons de filtration. Un caisson fonctionne en fonctionnement normal. Le second est en secours ou pour les phases de maintenance.

La jonction de retour d'air permet le passage du personnel et du matériel de maintenance, notamment pour les opérations de changement des filtres.

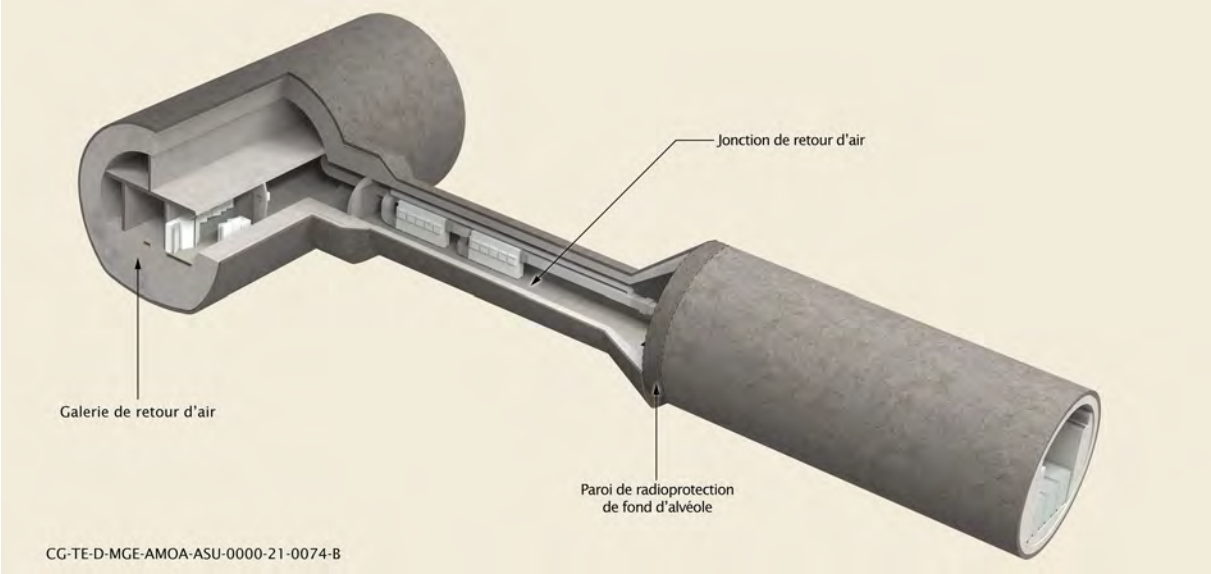


Figure 6-29 La jonction de retour d'air d'un alvéole de stockage MA-VL

6.2.2.8 Le pont stockeur

Le pont stockeur (moyen de manutention pour tous les colis, hors les colis CS6 qui, quant à eux, sont stockés par un chariot (cf. Chapitre 6.2.2.9 du présent volume)) vient prendre en charge le colis de stockage en cellule de manutention (cf. Figure 6-30).

Pour le chargement de chaque niveau de nappe, la hauteur de la fourche du pont stockeur est adaptée. De même, la table élévatrice positionne à la hauteur correspondante le colis de stockage qui doit être manutentionné par le pont.

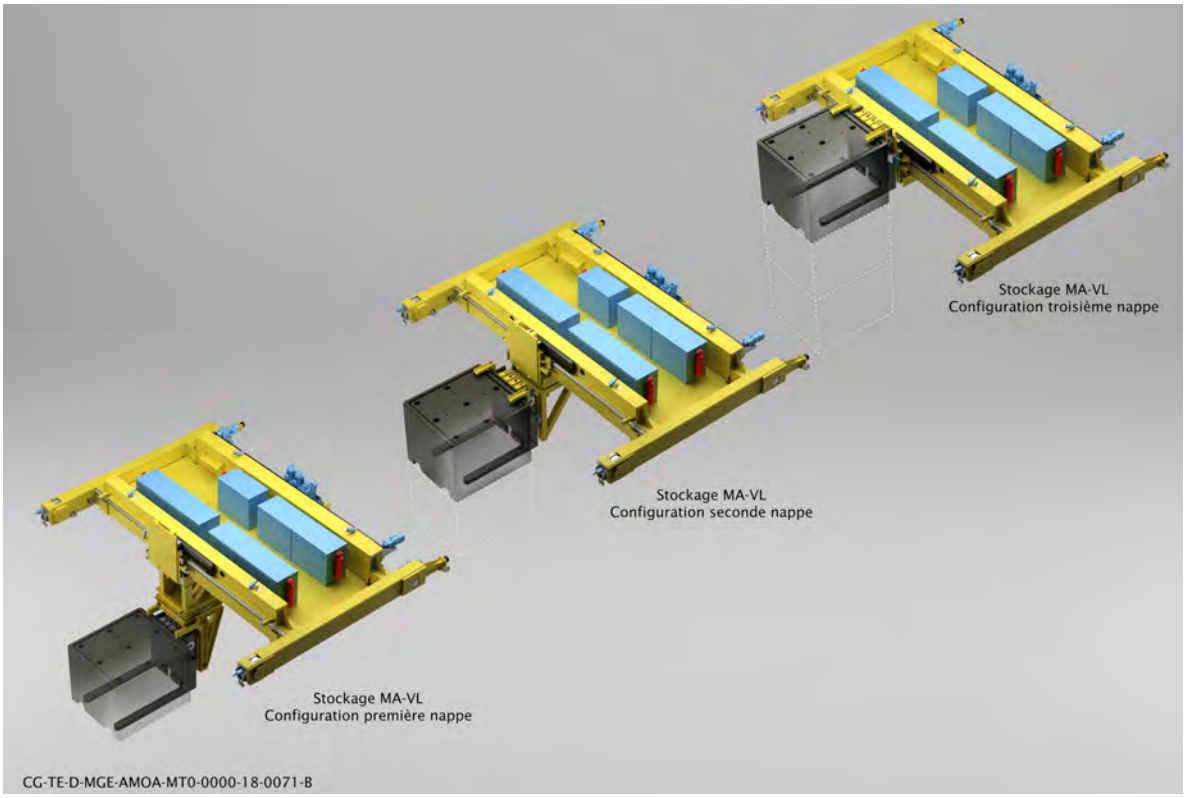


Figure 6-30 Illustration du pont stockeur MA-VL

Le pont stockeur est un pont roulant capable de déplacer des colis selon l'axe de l'alvéole (direction X) et dans une direction perpendiculaire à l'axe de l'alvéole (direction Y). Son déplacement vertical limité (à quelques centaines de mm) permet le déchargement du colis en alvéole.

La manutention du colis par le pont s'effectue suivant le cas par :

- des fourches en interface avec le colis *via* les deux encoches parallèles dans la face inférieure du colis (cf. Figure 6-31) ;

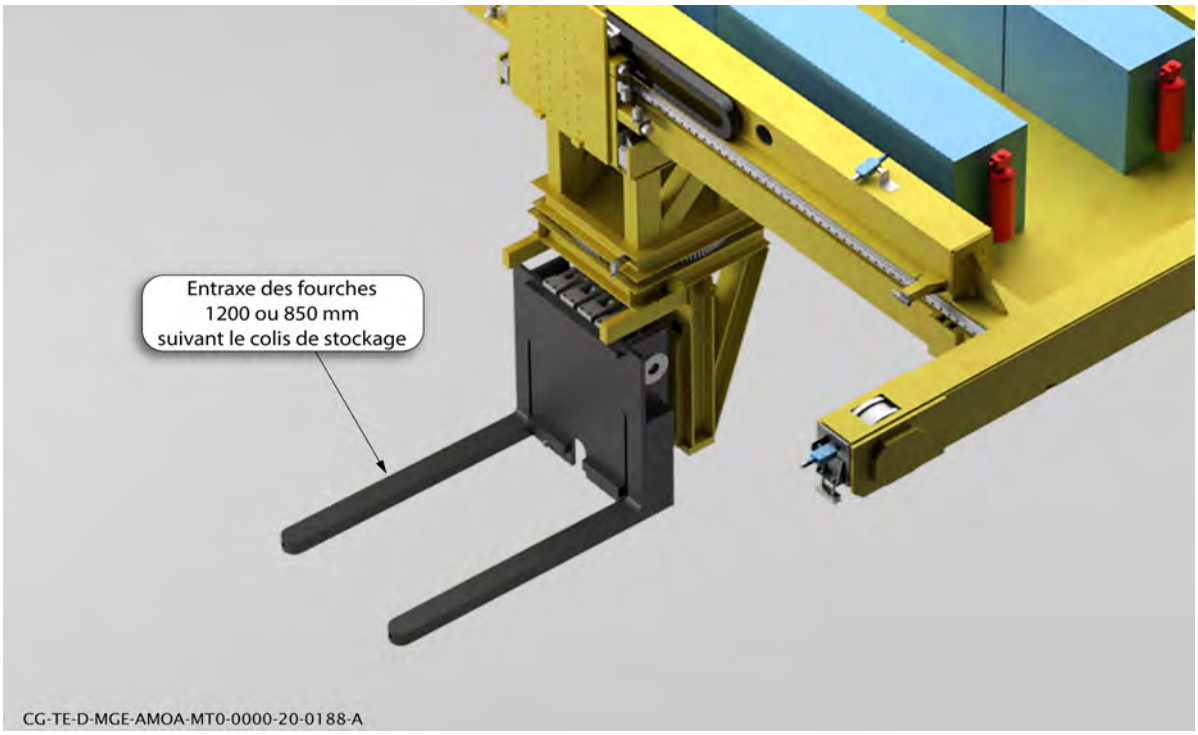


Figure 6-31 *Illustration du pont stockeur - Fourches pour colis parallélépipédiques MA-VL*

- des pinces en interface avec des gorges ;
- des pinces en interface avec des oreilles (cf. Figure 6-32).

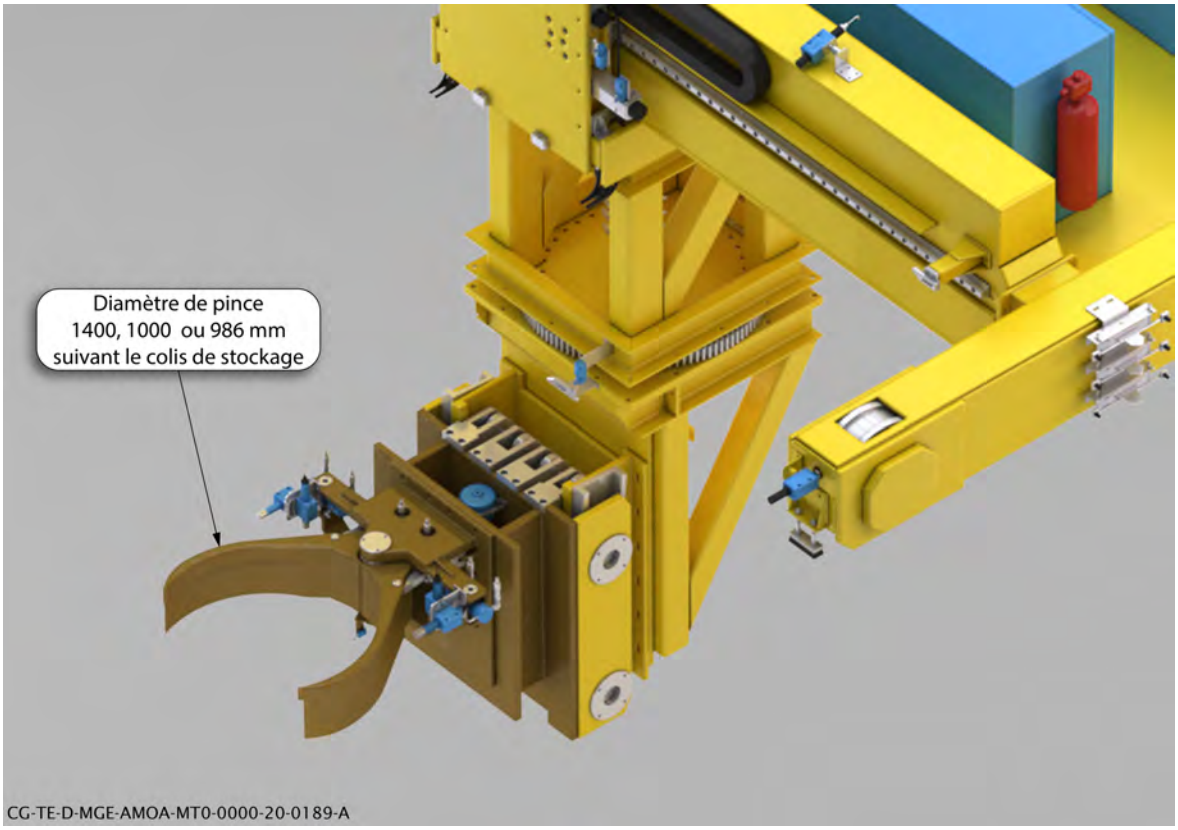


Figure 6-32 *Illustration du pont stockeur - Pince pour colis cylindriques en stockage direct MA-VL*

Le pont stockeur est constitué de trois ensembles :

- un ensemble voies de roulement, treuils de secours en cellule de manutention et passerelles ;
- un ensemble quadrilatère constitué des sommiers et poutres ;
- un ensemble chariot supportant les différents outillages.

6.2.2.9 Le chariot stockeur pour les colis de type CS6

Comme mentionné au chapitre 6.2.2.8 du présent volume, pour le stockage des colis de type CS6, la configuration de stockage prévue nécessite l'utilisation d'un chariot stockeur.

La conception de la zone d'accostage, de la cellule de manutention et le process de transfert des colis jusqu'à l'élévateur restent identiques (cf. Figure 6-33).

Le chariot stockeur est alimenté par rails électriques et frotteurs (cf. Figure 6-34). Le mouvement de levage du colis est assuré *via* une centrale hydraulique double embarquée. La transmission des informations est réalisée par guide d'ondes. Un lièvre identique à celui utilisé pour le pont stockeur permet de rapatrier le chariot en cellule de manutention en cas de rupture d'alimentation.

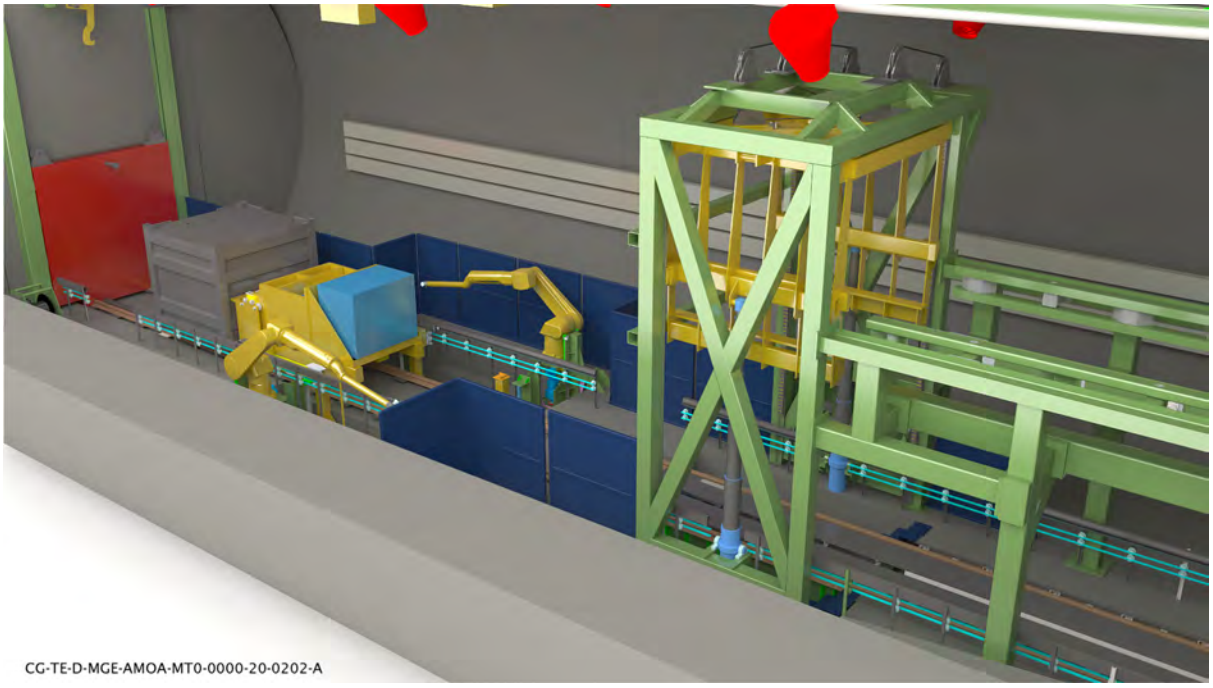


Figure 6-33 *Illustration de la cellule de manutention et le chariot stockeur pour l'alvéole de stockage dédié au stockage des colis CS6*

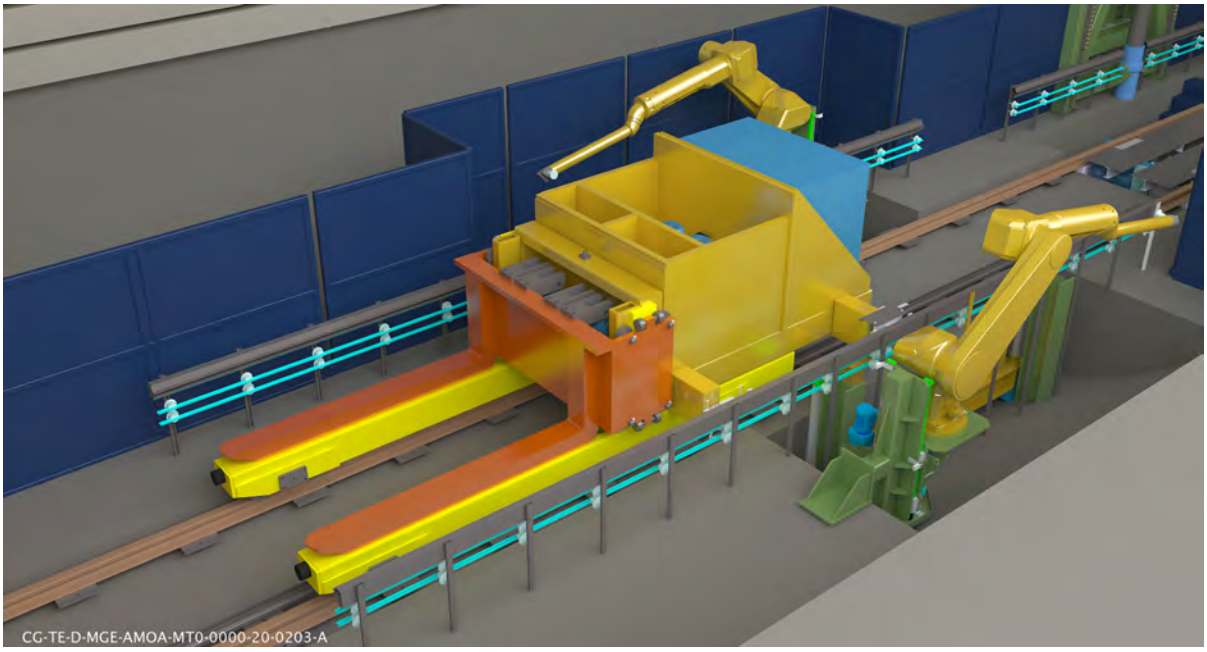


Figure 6-34 *Illustration du chariot stockeur des colis de stockage MA-VL CS6*

6.2.3 Le fonctionnement

Ce chapitre décrit le processus de transfert du colis de stockage depuis la hotte accostée à la paroi d'accostage jusqu'à sa position de stockage en alvéole.

6.2.3.1 Le zonage radiologique de l'alvéole MA-VL

Le présent chapitre aborde les conditions radiologiques de l'alvéole MA-VL (cf. Tableau 6-1).

Tableau 6-1 Zonages radiologiques de l'alvéole MA-VL

Type de local	Classe de confinement	Zonage radiologique
Galerie d'accès (hors présence d'une hotte pleine) **Hors alvéole MA-VL**	C1	Zone surveillée bleue
Galerie d'accès en présence d'une hotte chargé d'un CS		Zone contrôlée verte et jaune à proximité de la hotte
Paroi d'accostage (entre galerie d'accès et cellule de manutention)		
Cellule de manutention (hors présence d'un CS)	C2	Zone contrôlée verte ou jaune (suivant le type de colis stocké dans la partie utile de l'alvéole correspondante)
Cellule de manutention (en présence d'un CS et porte de radioprotection ouverte)		Zone contrôlée rouge
Porte de radioprotection entre cellule de manutention et partie utile de l'alvéole		
Partie utile de l'alvéole de stockage	C2	Zone contrôlée rouge
Paroi de fond d'alvéole entre la partie utile de l'alvéole MA-VL et la jonction de retour d'air		
Jonction de retour d'air JRA	C2	Zone contrôlée verte

6.2.3.1.1 Les conditions initiales de fonctionnement et pilotage de la zone

Le présent chapitre aborde les conditions de fonctionnement et de pilotage encadrant le processus de stockage et de retrait de colis décrit par la suite. Afin de pouvoir lancer la séquence de stockage de colis MA-VL ou de poursuivre n'importe quelle séquence nécessitant au préalable une validation, les conditions suivantes doivent être respectées :

- toutes les alarmes de niveau médian, élevé ou critique ayant un impact sur la zone doivent avoir été soldées ;
- les ventilateurs du réseau sont en état de marche et produisent le débit requis. Les dépressions par locaux sont conformes ;
- le process est mis en pause sur détection incendie (ou défaut) dans le secteur feu considéré.

6.2.3.1.2 Le pilotage de fonctionnement et pilotage de la zone

Les opérations sont pilotées depuis un poste de commande distant en automatique (en salle de conduite centralisée).

En situation normale, lors d'un transfert d'un colis par le process nucléaire au sein de l'installation souterraine, aucun véhicule ou engin de soutien à l'exploitation ne peut perturber les opérations en cours.

De plus, les principes suivants de fonctionnement sont assurés :

- une interdiction d'accostage de la hotte pleine si un colis est présent dans la cellule de manutention ou si un des panneaux de l'écran de radioprotection est ouvert ;
- des portes du sas d'accès fermées, verrouillées et consignées en cas de présence d'un colis en cellule de manutention ou dans une hotte accostée ouverte (procédure spécifique de déclassement pour pouvoir intervenir au sein de la cellule de manutention) ;
- une fermeture de l'écran de radioprotection au passage du pont est impossible.

6.2.3.2 Les opérations de stockage de colis MA-VL

Le process de mise en stockage des colis MA-VL consiste à extraire le colis de stockage ou le panier de la hotte de transfert pour l'acheminer jusqu'à sa position de stockage *via* la cellule de manutention (cf. Figure 6-35 et figure 6-36).

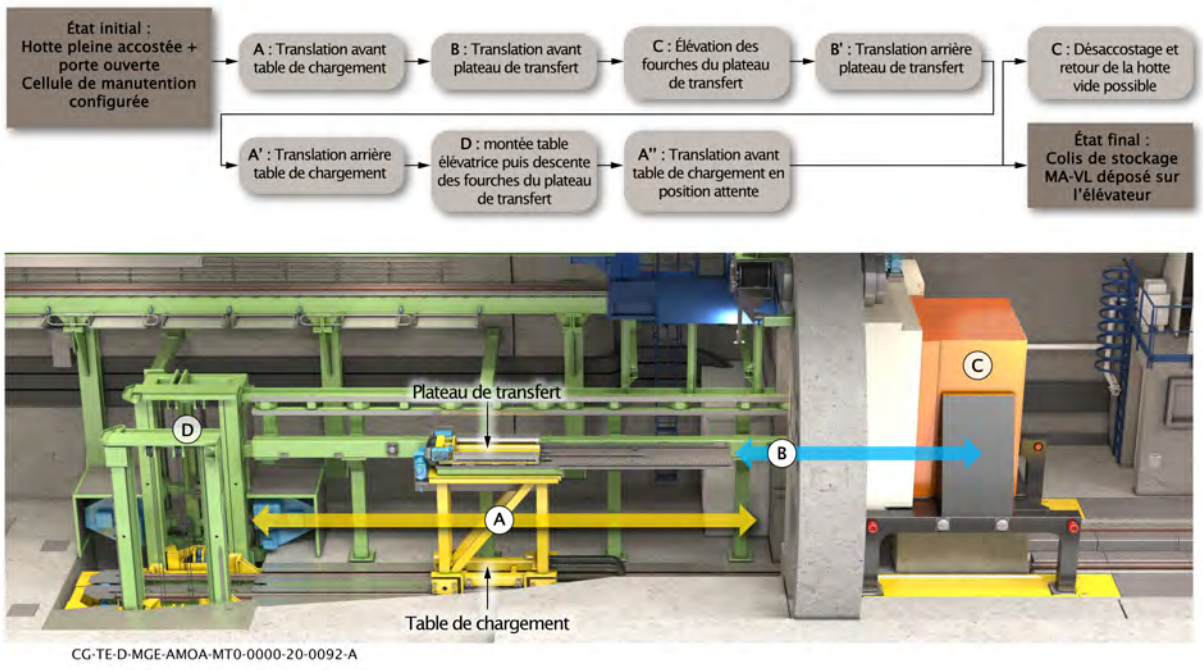


Figure 6-35 Illustration du process de déchargement des hottes de transfert MA-VL

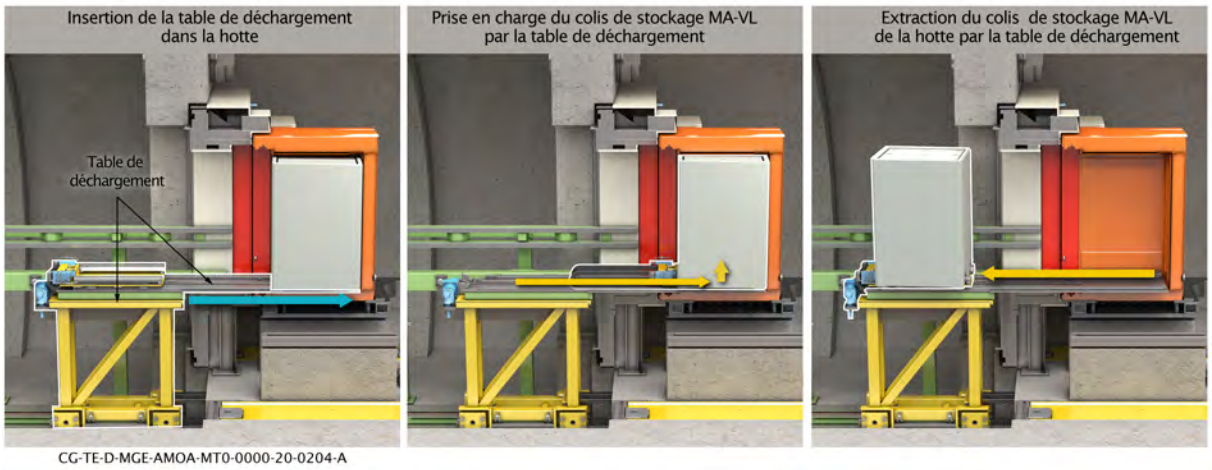


Figure 6-36 Illustration des opérations de déchargement des hottes de transfert MA-VL

Le déchargement de la hotte est soumis à validation de l'opérateur. Une caméra placée en face de la façade d'accostage permet d'avoir un visuel direct sur le colis de stockage présent dans la hotte.

Le déchargement des hottes est réalisé avec une table de déchargement et le plateau de transfert associé (cf. Figure 6-35). La table de chargement, puis le plateau avance dans la hotte. Le plateau se soulève pour récupérer le colis et permettre son extraction de la hotte (cf. Figure 6-36).

Le plateau de transfert recule avec le colis au-droit du châssis de la table de déchargement (Figure 6-37). La translation arrière de la table permet ensuite d'amener le colis au-dessus de l'élévateur. L'élévateur monte ensuite pour prendre en charge le colis et permettre le dégagement de la table de déchargement.

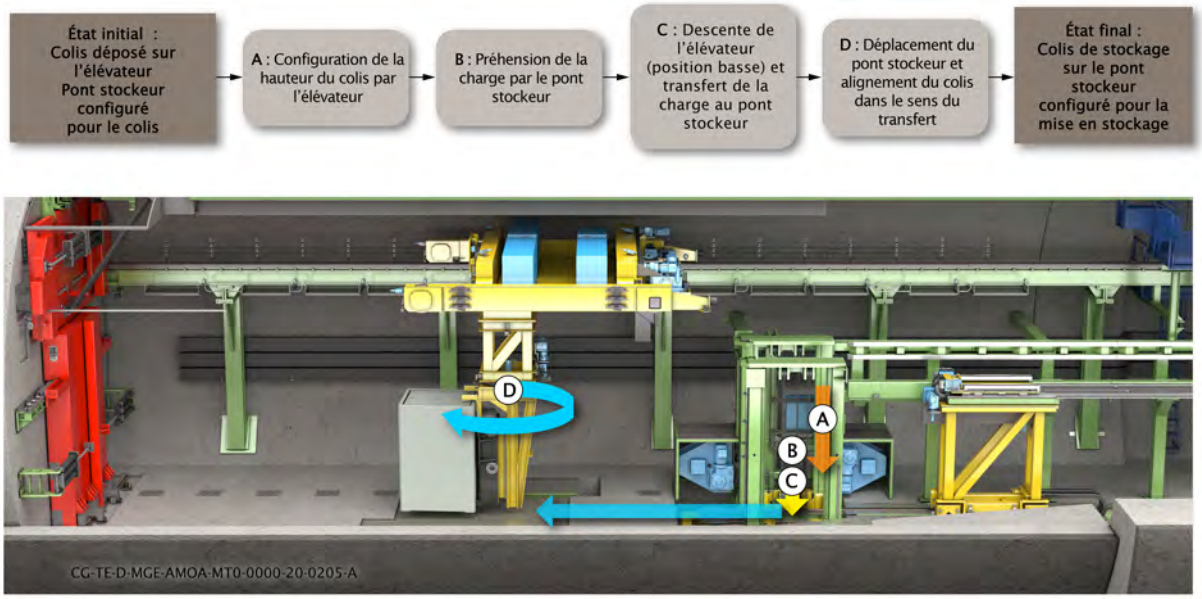


Figure 6-37 *Illustration du process de transfert du colis de stockage MA-VL dans la cellule de manutention d'un alvéole de stockage MA-VL*

Pour la première nappe, l'élévateur positionne le colis de stockage à la hauteur de transfert du pont stockeur. Le colis est déposé sur les fourches du pont stockeur par l'élévateur lors de son mouvement de descente. L'élévateur continue ensuite sa course vers le bas pour se placer en position de repli (cf. Figure 6-38).

Après un mouvement de dégagement du pont stockeur, le mat supportant le colis de stockage effectue une rotation de 180 degrés afin que les fourches soient dans la bonne orientation par rapport au process de mise en stockage en partie utile d'alvéole.

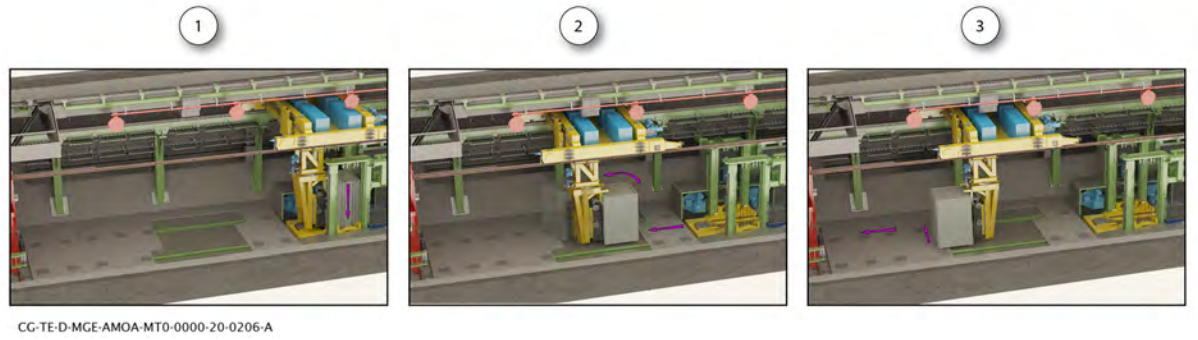


Figure 6-38 *Illustration du transfert du colis de l'élévateur au pont stockeur*

Le pont stockeur se déplace jusqu'à l'écran de radioprotection. Ce dernier s'ouvre pour permettre le passage du pont stockeur chargé et se referme après son passage.

Le pont stockeur se déplace dans la partie utile de l'alvéole en se guidant avec des codeurs présents sur l'axe des galets de roulement. Des capteurs supplémentaires permettent de recalibrer fréquemment la valeur mesurée.

Le pont stockeur positionne les colis de gauche à droite depuis le fond de la partie utile de l'alvéole jusqu'à son entrée en remplissant totalement le niveau correspondant (chargement par nappes). Le pont dépose le colis et revient dans la cellule de manutention.

Une fois la première nappe remplie, les blocs de radioprotection de cette nappe sont positionnés.

Pour permettre le stockage sur la nappe suivante, la cellule de manutention et le pont stockeur sont reconfigurés. Lors de cette reconfiguration, l'écran de radioprotection donnant accès à l'alvéole de stockage est maintenu fermé, verrouillé et consigné. Des balises de mesure de débit de dose et de contamination sont placés dans la cellule de manutention pour surveiller l'exposition des opérateurs.

Le process de mise en stockage des colis de stockage se poursuit ainsi de suite (cf. Figure 6-39).

Dans le cas des nappes supérieures, le pont stockeur vient directement se positionner entre l'élévateur et la table de déchargement. Afin de limiter la hauteur d'une éventuelle chute de colis, des plateformes sont installées à une altitude correspondant à leur niveau de stockage. Ces plateformes sont installées pendant la reconfiguration du pont stockeur. Le colis est descendu par l'élévateur sur les fourches du pont stockeur qui sont dans la bonne orientation par rapport au process de mise en stockage en alvéole. Lors de la dépose du colis sur les niveaux supérieurs, deux caméras permettent de positionner le colis en fonction des emplacements des colis inférieurs pour garantir l'alignement des colis de chaque pile.

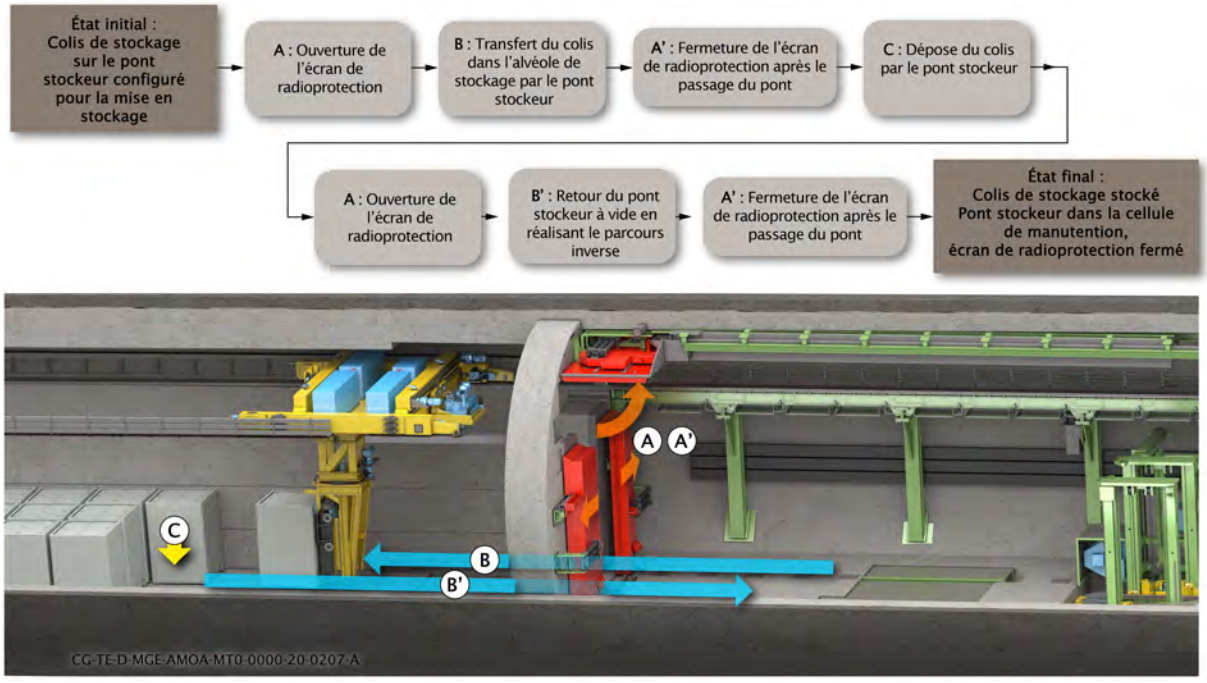


Figure 6-39 *Schématisation du process de mise en stockage du conteneur de stockage MA-VL*

6.2.3.3 La gestion de la palette de transfert pour les colis primaires stockés directement

Pour les colis primaires stockés directement, après déchargement de la palette de transfert en cellule de manutention, celle-ci est replacée dans la hotte pour être remontée en surface.

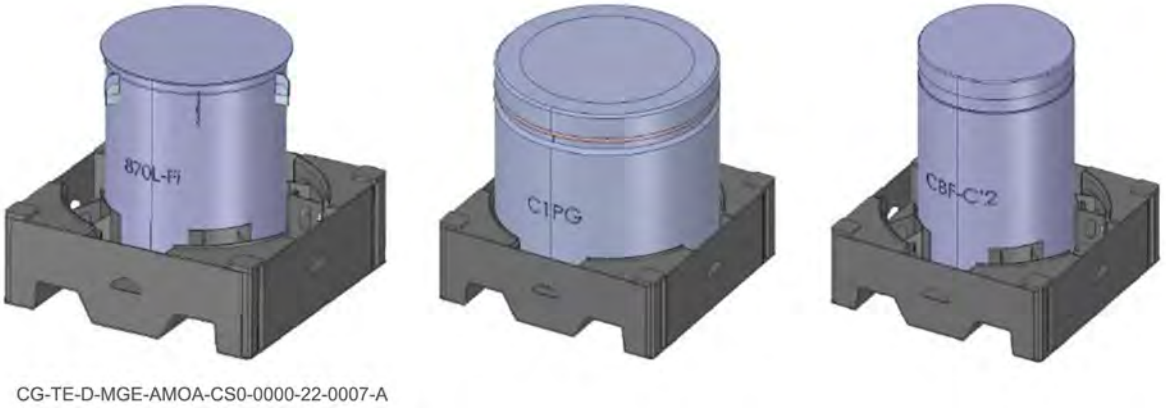


Figure 6-40 *illustration des palettes de transfert pour les colis MA-VL en stockage direct*

6.2.3.4 Le désaccostage et retour de la hotte vide à l'intersection entre la galerie d'accès et la galerie de liaison

Le désaccostage de la hotte de transfert MA-VL et le retour de la hotte vide à l'intersection suit le process inverse du process d'accostage de la hotte de transfert MA-VL (cf. Figure 6-41).

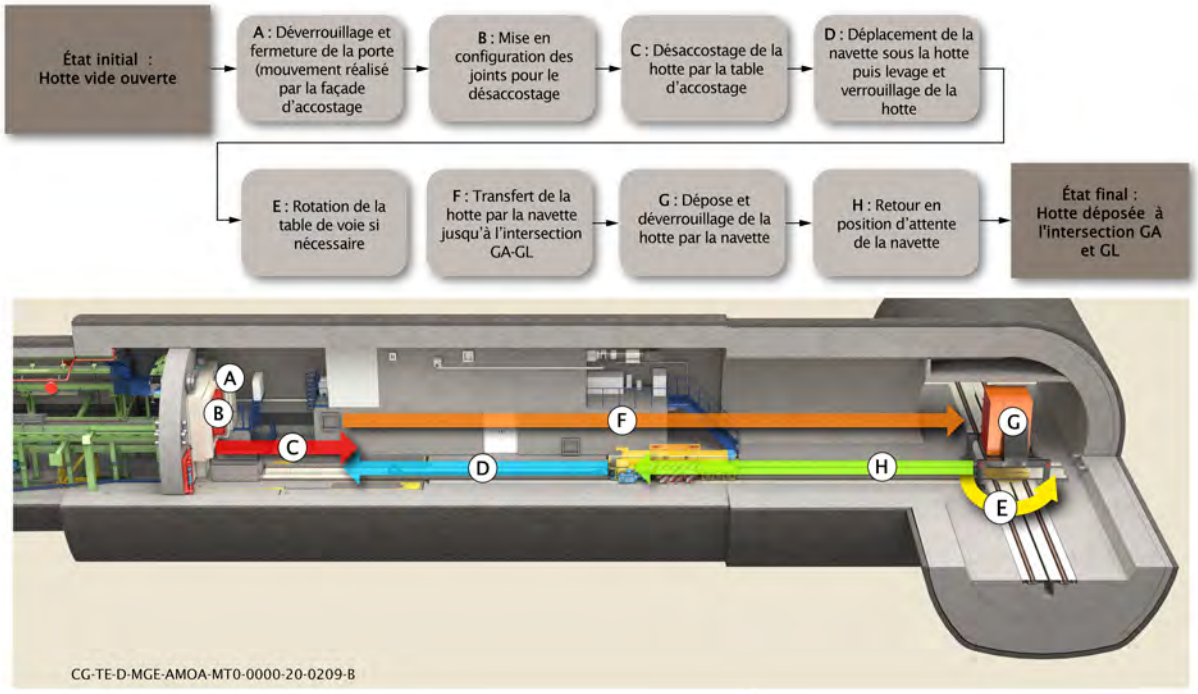


Figure 6-41 *Schématisation du process de retour de la hotte de transfert MA-VL en galerie liaison*

Une fois la hotte déposée, le chariot récupère la hotte depuis la galerie de liaison et transfère celle-ci vers le carrousel, jusqu'à la gare basse pour la charger sur le funiculaire.

6.2.3.5 La mise en place des cales et faux colis dans les alvéoles

Afin d'optimiser le nombre total d'alvéoles, des colis de stockage de différentes géométries qui disposent du même entraxe de fourche peuvent être co-stockés dans un même alvéole, sous réserve du respect des règles de co-stockage.

De plus, compte tenu de la cinétique du pont stockeur, la mise en place de deux géométries de colis de stockage dans un même alvéole impose potentiellement l'utilisation d'une cale de mise à niveau. Cette cale permet d'augmenter la hauteur de la pile de colis de stockage et ainsi de permettre le gerbage des colis sur toutes les nappes prévues. La cale en béton a la même emprise au sol que le colis de stockage qu'elle supporte. Sa hauteur est définie en fonction des cas de co-stockage des colis des stockage. Le remplissage des alvéoles peut également conduire à devoir compléter l'arrangement des colis de stockage avec des blocs de béton afin de limiter le volume libre en partie utile de l'alvéole.

Les cales et les blocs de béton sont déchargées des hottes de transfert MA-VL par les équipements de mise en stockage des colis. Les cales sont manutentionnées ensuite par le pont stockeur pour être déposées à leur destination tout comme les colis de stockage.

6.2.4 Le maintien de l'alvéole en exploitation

À la fin du remplissage de l'alvéole, les blocs de radioprotection de la dernière nappe de colis sont placés ainsi que des blocs préfabriqués venant combler l'espace dédié au rail du pont stockeur derrière la paroi de radioprotection située en entrée de partie utile d'alvéole.

L'alvéole est ensuite mis en attente (aussi dit « sous cocon ») pour permettre ultérieurement une éventuelle récupération de colis. Cette mise sous cocon consiste à mettre en veille, dans la cellule de manutention, les équipements qui ne sont plus utilisés et qui ne nécessitent pas de maintenance, puis à retirer les équipements nécessitant de la maintenance.

La ventilation est maintenue pendant cette phase d'attente avant fermeture de l'alvéole.

6.2.5 Les opérations de fermeture de l'alvéole MA-VL

L'obturation de l'alvéole comporte plusieurs opérations :

- tout ou partie des équipements encore présents dans la cellule de manutention sont retirés ;
- la ventilation dans la partie utile de l'alvéole est arrêtée et un clavage est réalisé entre les blocs de radioprotection et entre les blocs et le voile de la paroi de radioprotection pour assurer le confinement statique de la partie utile de l'alvéole ;
- tous les équipements restants dans la cellule de manutention et dans la jonction de retour d'air de l'alvéole nécessaires à l'exploitation sont retirés et les traversées du voile de la paroi de radioprotection de fond de l'alvéole sont obturées.

Les alvéoles MA-VL sont ainsi progressivement obturés.

En vue de la fermeture définitive, les ouvrages de fermeture prévus dans la galerie d'accès, la cellule de manutention et la jonction de retour d'air sont ensuite mis en place (cf. Chapitre 15 du présent volume).

7

L'installation nucléaire au fond : le stockage des colis HA

7.1 Le quartier pilote HA 526
7.2 Le quartier de stockage HA 560

Le chapitre 7 du présent volume décrit les éléments liés au stockage en souterrain des colis de déchets HA. Il s'inscrit dans la continuité des éléments développés dans le chapitre 5 du présent volume. Concernant les hottes de transfert HA, elles sont décrites au chapitre 3 du présent volume.

Le stockage des colis de déchets HA est effectué dans la zone de stockage HA, comprenant :

- un quartier pilote HA, pour le stockage de colis de haute activité (notamment des colis HA0 dégageant peu de chaleur) ;
- un quartier de stockage HA, pour le stockage de colis de haute activité dits « HA1/HA2 » à l'horizon de 2080 après entreposage de décroissance thermique, de colis HA0 et de certains colis de déchets MA-VL vitrifiés, utilisés comme intercalaires.

NOTE IMPORTANTE

Du fait du développement progressif de l'INB Cigéo, le déploiement des alvéoles du quartier de stockage HA s'appuie sur des principes similaires à ceux du quartier pilote HA en retenant une longueur d'alvéole de l'ordre de 150 mètres, sans préjuger des développements futurs (intégrant le retour d'expérience de l'exploitation du quartier pilote HA et des évolutions technologiques disponibles) qui pourraient être mis en œuvre d'ici sa mise en service envisagée à l'horizon 2080.

7.1 Le quartier pilote HA

7.1.1 Les fonctions d'exploitation

Le quartier pilote HA destiné à recevoir des colis HA parmi les moins exothermiques est construit et exploité plusieurs décennies avant la construction du quartier de stockage des colis HA destiné à recevoir les colis HA les plus exothermiques. Ce quartier est ainsi un pilote de stockage des colis de déchets HA (cf. Figure 7-1).

Les connaissances acquises à petite échelle grâce au quartier pilote HA seront appliquées à grande échelle pour le quartier de stockage HA en termes de méthode constructive des alvéoles, de performance d'exploitation, de comportement du terrain, de comportement de l'alvéole, etc. Au travers d'essais et sur la base d'un réseau instrumental d'acquisition et de surveillance des paramètres phénoménologiques d'évolution de ses composants, il permet d'acquérir un retour d'expérience permettant de conforter la conception, la réalisation et l'exploitation du quartier de stockage HA.

Les éléments support à la justification de la conception du quartier pilote HA sont détaillés dans le « Dossier de justification de la conception de l'alvéole HA » (23).

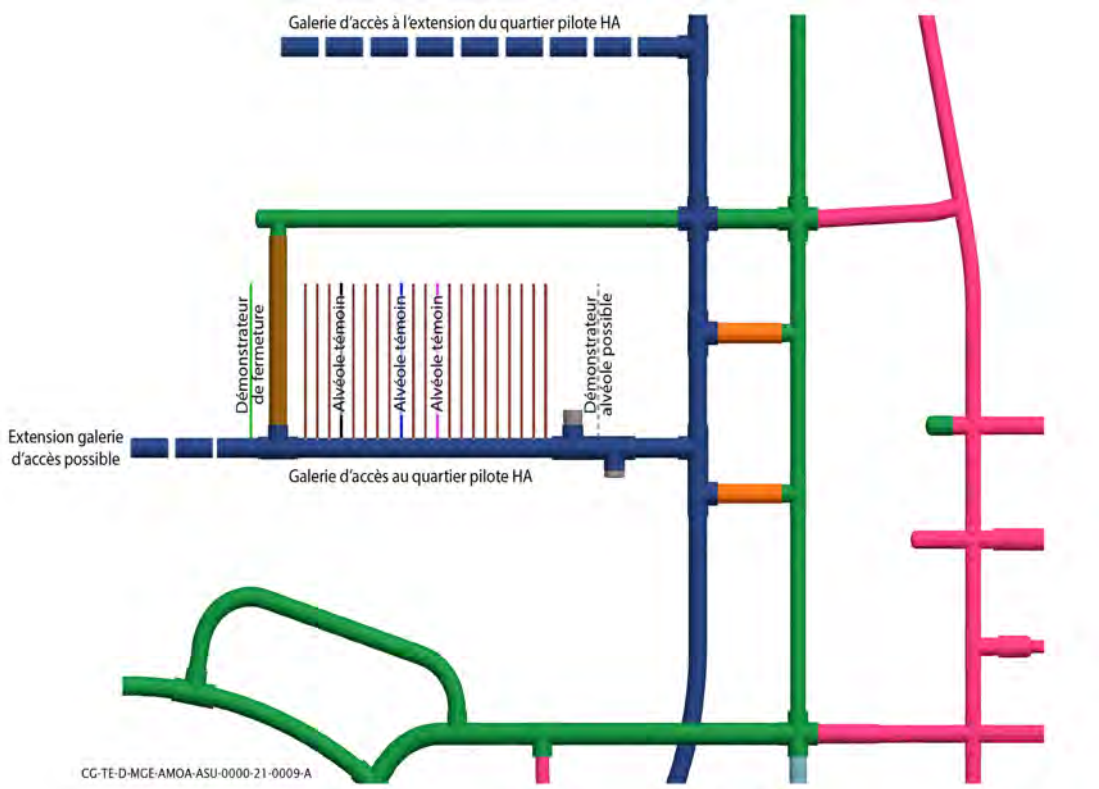


Figure 7-1 Illustration de la localisation du quartier pilote HA

La fonction du quartier pilote HA et de ses alvéoles de stockage est d'accueillir certains colis de stockage HA parmi les moins exothermiques. Il en découle les principales fonctions d'exploitation suivantes :

- stocker les colis de déchets radioactifs :
  - ✓ transférer les hottes jusqu'aux ouvrages de stockage ;
  - ✓ placer les colis de stockage dans les ouvrages de stockage ;
- gérer les déchets et les effluents induits.

7.1.2 Les principes de conception et description

Les principes de conception et les principales caractéristiques des alvéoles du quartier pilote HA sont les suivants :

- les alvéoles de stockage du quartier pilote HA ont un diamètre excavé de l'ordre de 0,8 mètre et une longueur de 80 mètres environ ;
- les alvéoles de stockage contiennent des colis de stockage composés d'un conteneur étanche[7] contenant un ou deux colis primaires ;
- le chemisage a une épaisseur de l'ordre de 1 pouce soit environ 25 mm, son diamètre est adapté au gabarit des colis de stockage. Il est de l'ordre de 26 à 30 pouces au stade actuel des développements et selon les standards industriels (soit environ 660 mm à 760 mm) ;
- l'alvéole est composé d'une tête d'alvéole et d'une partie utile au stockage ;
- la tête d'alvéole est constituée pendant l'exploitation d'une bride, d'un bouchon de radioprotection d'exploitation pendant la phase de chargement de l'alvéole puis d'un bouchon de fermeture, dans l'attente de la fermeture définitive de l'alvéole ;

[7] *A minima* sur la période couvrant la phase thermique et la phase de décroissance des radionucléides à vie courte et moyenne, soit entre 350 ans et 500 ans selon les familles de déchets.

- l'espace annulaire entre le chemisage et les argilites du Callovo-Oxfordien est rempli par un matériau imposant des conditions d'environnement limitant la corrosion (coulis à base de ciment, etc.) ;
- l'alvéole est équipé de dispositifs liés aux fonctions de surveillance, de gestion de l'atmosphère interne et des eaux d'exhaure associés.

Le quartier pilote HA est connecté aux zones de soutien logistique travaux et exploitation par des galeries de liaison travaux et exploitation et des galeries d'accès.

7.1.2.1 La situation géographique

Le quartier pilote HA comporte jusqu'à une vingtaine d'alvéoles, sans préjuger de développements ultérieurs intégrés dans le cadre du déploiement progressif du stockage. Il est situé au nord-ouest des zones de soutien logistique. Ce quartier contient des alvéoles témoins représentatifs d'alvéoles actifs ; ils accueillent des dispositifs de surveillance et ne contiennent pas de colis de stockage.

Les alvéoles de stockage sont construits à partir d'une galerie d'accès unique. La mise en œuvre d'une galerie d'évacuation/secours réalisée au nord de la galerie d'accès garantit le principe du bitube (pas de « cul-de-sac »).

7.1.2.2 Le génie civil intérieur

7.1.2.2.1 Les ouvrages du quartier pilote HA

Comme l'illustre la figure 7-2, le quartier pilote HA est composé :

- d'une galerie d'exploitation orientée est-ouest dite galerie d'accès ❶ ; elle a pour fonction l'accès aux alvéoles HA et le transfert des colis de stockage jusqu'aux façades d'accostage des alvéoles HA qui s'y rattachent ;
- d'alvéoles de stockage, d'alvéoles témoins et de démonstrateurs ❷ ;
- d'une recoupe technique entre la galerie d'accès et la galerie d'évacuation/secours ❸. Cette recoupe accueille des locaux électriques nécessaires au bon fonctionnement des alvéoles du quartier ; elle permet également la circulation des personnes et des véhicules ;
- d'une galerie d'évacuation/secours ❹. Cette galerie ne contient pas d'équipement process mais permet d'assurer la possibilité d'évacuation et d'accès à toutes les galeries en cas de panne ou d'incident dans la galerie d'accès ;
- de deux niches en vis-à-vis ❺. Ces niches accueillent les équipements de gestion de l'atmosphère interne et des eaux d'exhaure ;
- d'une galerie de liaison, dite galerie de liaison exploitation, orientée nord-sud ❻. Cette galerie assure le lien entre le quartier de stockage et la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE), elle est prolongée dans une phase ultérieure pour joindre le quartier de stockage HA. Sa fonction principale est d'accueillir le transfert des colis jusqu'aux galeries d'accès et de permettre la circulation des personnes et des véhicules et le déploiement des réseaux ;
- d'une galerie d'évacuation/secours avec un rameau vers la galerie de liaison ❼. Cette galerie assure un bitube avec la galerie de liaison, elle permet d'assurer la possibilité d'évacuation et d'accès à toutes les galeries en cas de panne ou d'incident dans la galerie de liaison ;
- de deux locaux techniques électriques courants forts ou courants faibles ❽. Ces locaux accueillent des armoires électriques assurant la jonction entre le quartier pilote HA et la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) ;
- d'une galerie travaux ❾. Cette galerie assure le lien entre le quartier pilote HA et la zone de soutien logistique travaux (ZSLT).

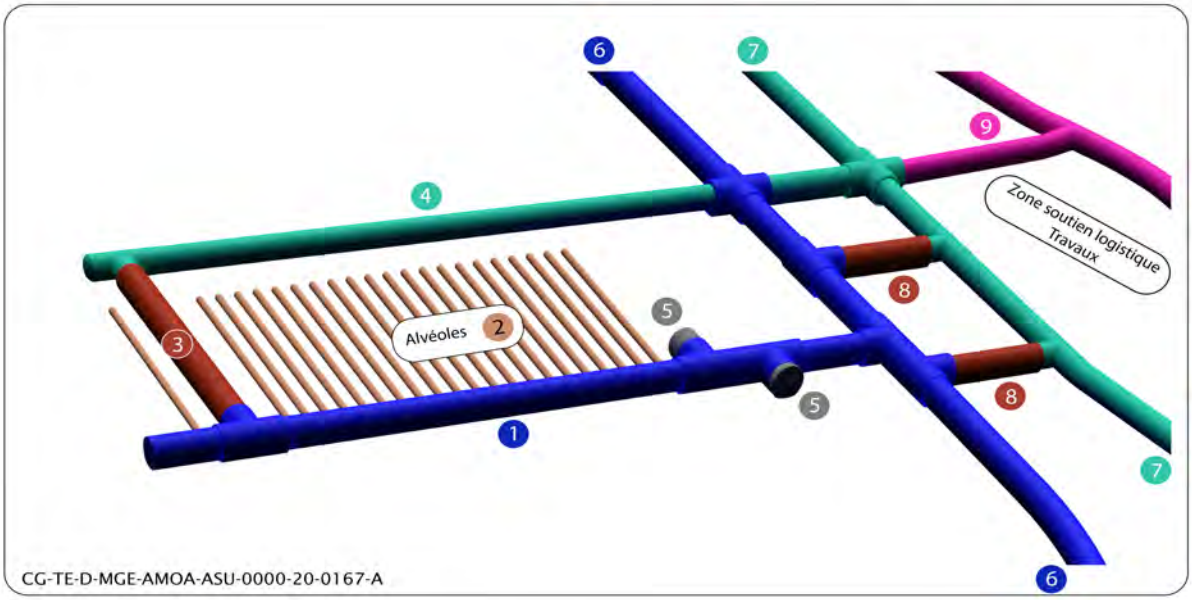


Figure 7-2 Illustration des ouvrages du quartier pilote HA

La galerie travaux ❾ porte une fonction principale de travaux durant toute la durée du projet. Cette zone est présentée au chapitre 10 du présent volume.

7.1.2.2.2 L'intégration des réseaux dans les galeries et les recoupes

Les réseaux sont intégrés préférentiellement dans le radier.

Certains réseaux sont néanmoins implantés en aérien dans les galeries et les recoupes. Il s'agit par exemple de chemins de câbles ou de réseaux fluides tels que réseau eau incendie (cf. Exemple figure 7-3).

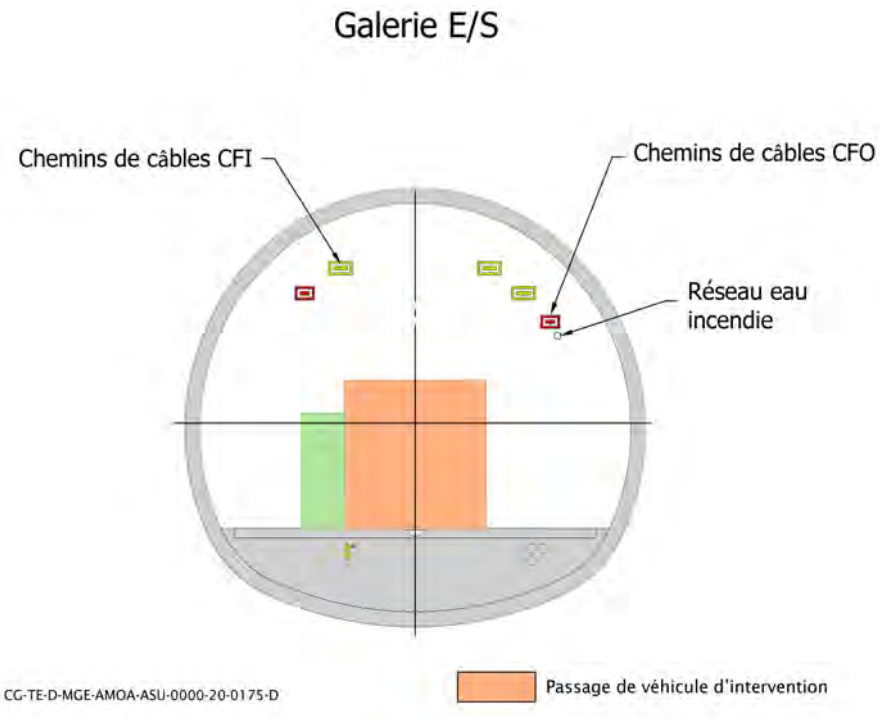


Figure 7-3 Illustration en coupe de la galerie d'évacuation/secours du quartier pilote HA

7.1.2.3 La façade d'accostage des alvéoles du quartier pilote HA

La façade d'accostage de l'alvéole HA est constituée d'un massif d'accostage en béton, dans lequel le tubage de la tête d'alvéole HA est ancré. Elle joue à la fois un rôle :

- de limitation des échanges d'air entre l'alvéole et la galerie d'accès ;
- d'accueil de divers équipements (réseaux d'eaux exhaure et de gestion de l'atmosphère interne).

Le massif d'accostage repose à sa base sur la dalle en radier. Une échancrure dans le revêtement permet de conserver la protection radiologique latérale malgré la présence de cette séparation. Les liaisons avec le revêtement sont :

- une liaison avec le radier ;
- des barres de liaison HA autour du tubage de tête de l'alvéole HA afin de diffuser dans le revêtement les efforts qui s'exercent sur la bride de fermeture.

Au stade actuel de la conception, une armoire comprenant des instruments de mesure d'ambiance de l'alvéole et de régulation du système de balayage de son atmosphère est accolée au massif.

La gestion de l'atmosphère interne de l'alvéole et la gestion des eaux d'exhaures sont présentées aux chapitres 7.1.2.5 et 7.1.2.6 du présent volume.

7.1.2.4 Les alvéoles du quartier pilote HA

7.1.2.4.1 La vue générale

L'alvéole de stockage est l'ouvrage accueillant notamment les colis HA (cf. Figure 7-4). Il est constitué d'un chemisage en acier cylindrique profond de 80 m environ pour le quartier pilote HA et est joint à la galerie d'accès par une façade d'accostage en béton. Une pente descendante (environ 2 %) vers la tête d'alvéole permet de recueillir les eaux d'exhaure. L'espace annulaire en extrados du chemisage est injecté d'un matériau à base cimentaire (*i.e.* Le matériau de remplissage de l'espace annulaire ou MREA).

La conception des alvéoles témoins et du démonstrateur est identique à celle des alvéoles destinés à accueillir des colis de stockage (cf. Chapitre 7.1.3.9 du présent volume).

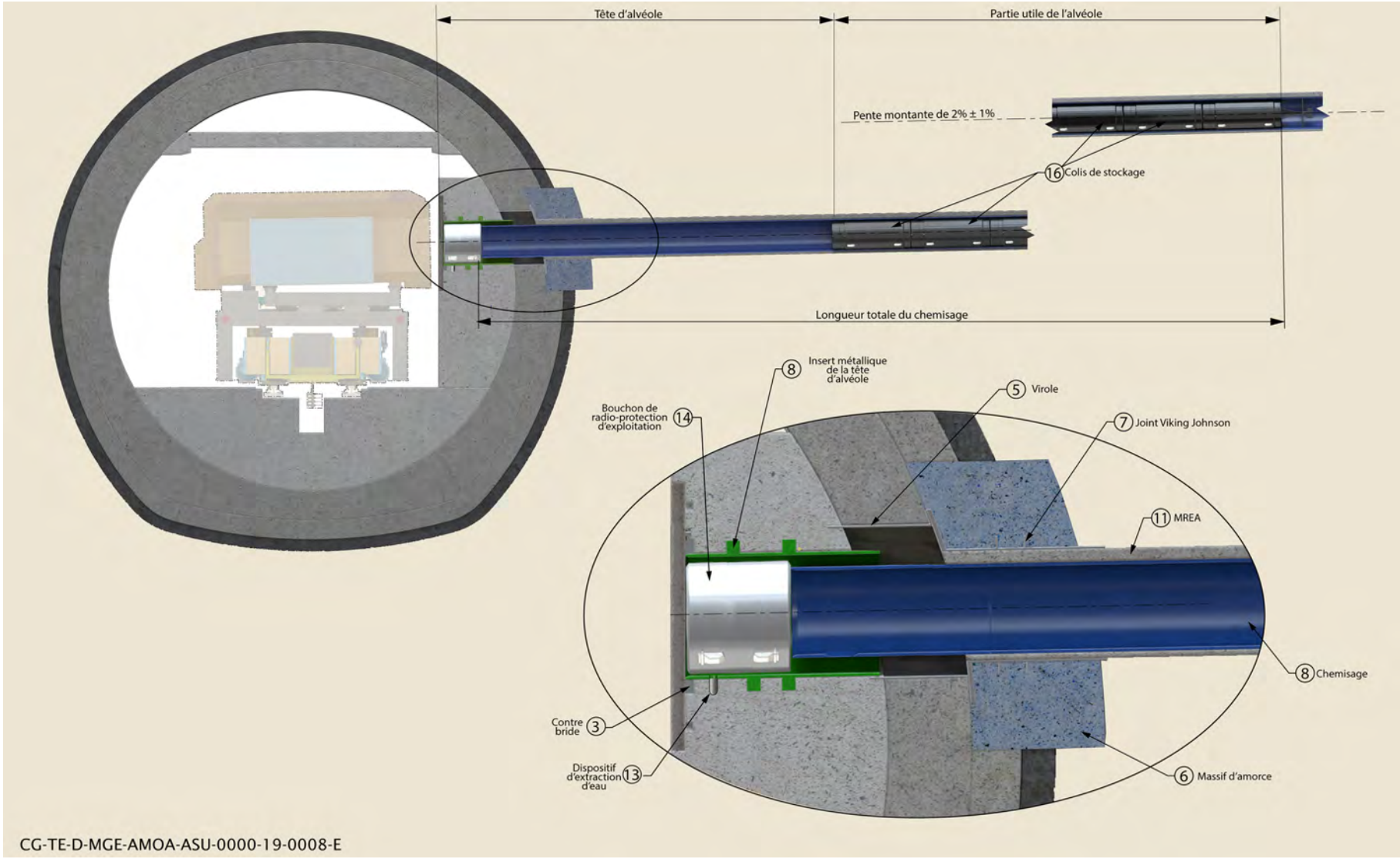


Figure 7-4 Vue illustrative en coupe d'un alvéole du quartier pilote HA

7.1.2.4.2 La bride de fermeture

La bride de fermeture participe à l'étanchéité aux gaz (cf. Figure 7-5). Sa mise en place est réalisée *via* le robot bride (cf. Chapitre 7.1.2.9 du présent volume). Il est à noter qu'elle a un rôle de radioprotection pour les alvéoles du quartier de stockage HA.

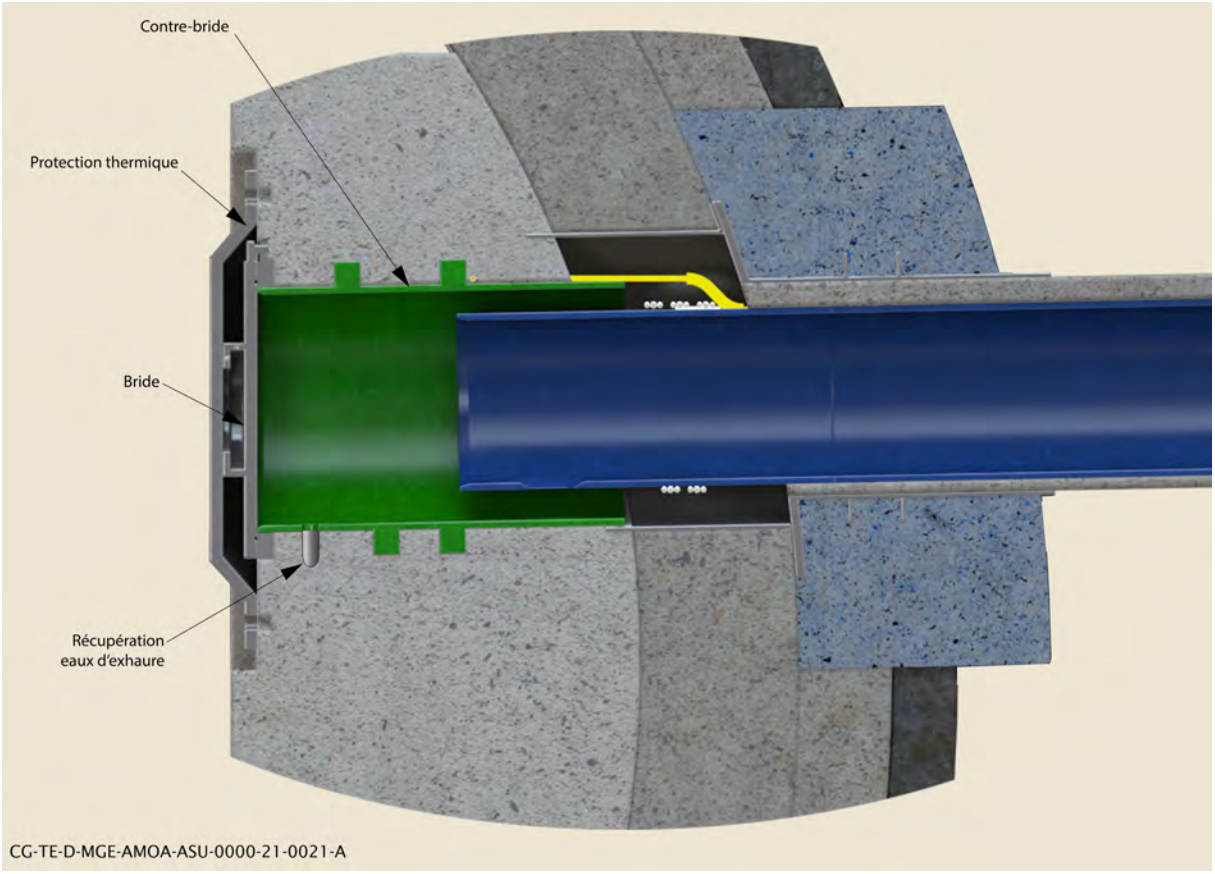


Figure 7-5 *Illustration en coupe de la tête d'un alvéole du quartier pilote HA (bride et contre-bride, dispositif de prélèvement et de balayage interne à l'alvéole non représenté)*

La bride de fermeture de l'alvéole du quartier pilote HA est constituée de deux éléments principaux :

- un bride pleine, amovible, supportant le dispositif de traversée étanche permettant le passage du tube de prélèvement et de balayage de l'atmosphère interne ;
- une contre-bride, solidaire du tube de tête.

Un capot de protection thermique est placé une fois le chargement de l'alvéole finalisé (cf. Figure 7-5).

7.1.2.4.3 Le bouchon d'exploitation

Le bouchon de radioprotection d'exploitation est utilisé lors de la phase de remplissage de l'alvéole (cf. Figure 7-6).

Figure 7-6 *Illustration du bouchon de radioprotection d'exploitation d'un alvéole de stockage HA du quartier pilote HA*

7.1.2.4.4 Le bouchon de fermeture

Après remplissage de l'alvéole, son entrée est obturée par un bouchon de fermeture. Celui-ci est composé de quatre éléments. Celui placé au plus proche du dernier colis stocké a une fonction de radioprotection (cf. Figure 7-7).

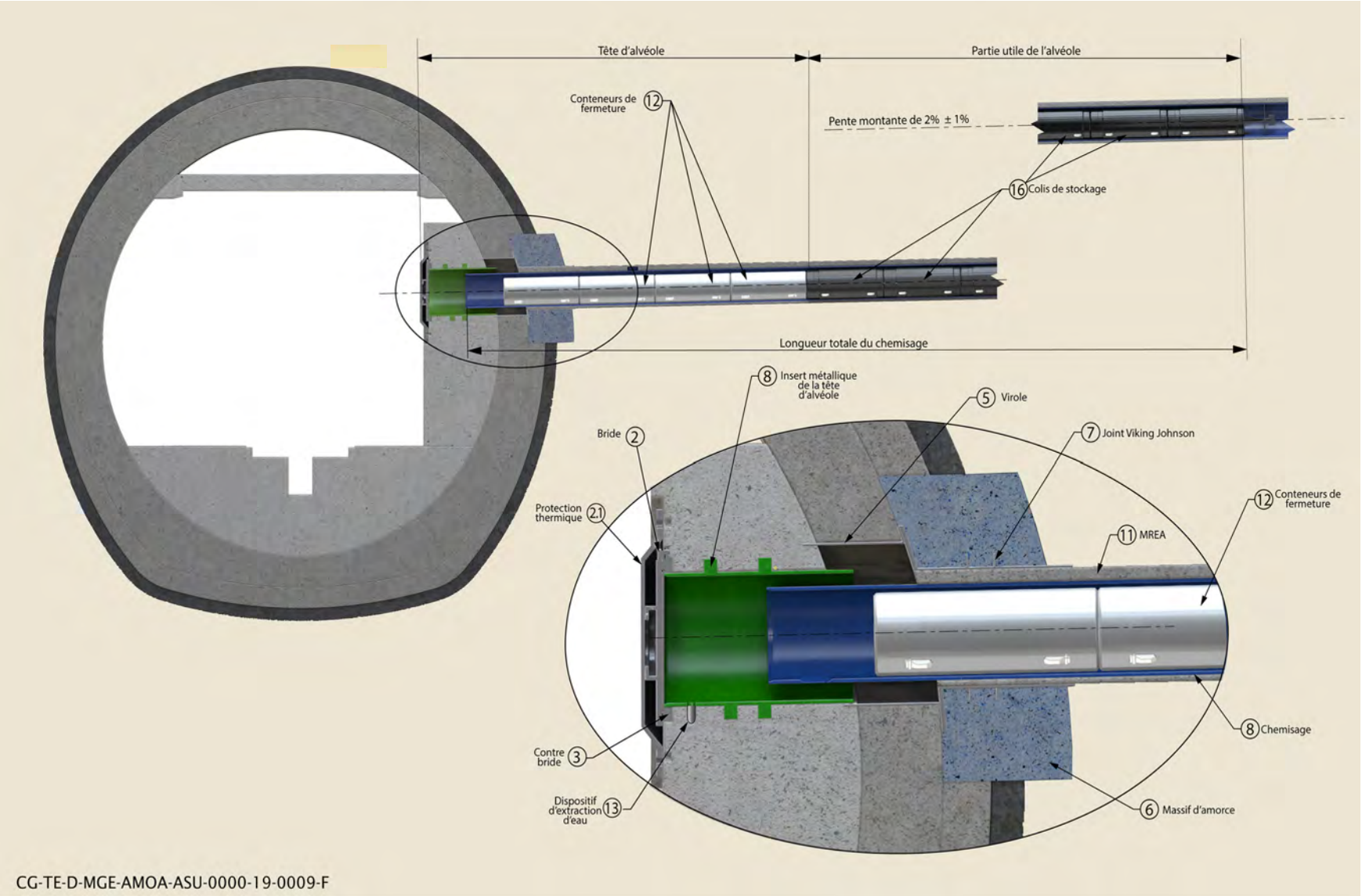


Figure 7-7 Illustration en coupe d'un alvéole de stockage HA du quartier pilote HA après mise en place du bouchon de fermeture

Une fois l'alvéole rempli, ce bouchon de fermeture est mis en place après le dernier colis stocké. Il reste en l'état jusqu'à la fermeture des alvéoles.

Le chemisage des alvéoles du quartier pilote HA au droit du bouchon est laissé en place.

7.1.2.5 La gestion de l'atmosphère interne des alvéoles

Le dispositif de surveillance et de balayage est prévu à ce stade pour le quartier pilote HA afin de suivre et de gérer les conditions d'environnement gazeux à l'intérieur des alvéoles.

La bride participe à l'isolement de l'environnement interne de l'alvéole de l'air ambiant dans la galerie d'accès. L'injection d'un gaz inerte (azote) permet, le cas échéant, d'empêcher d'une part, l'établissement de conditions propices à la corrosion en présence concomitante d'eau et d'oxygène et d'autre part, la formation d'une atmosphère explosive en présence concomitante d'hydrogène et d'oxygène (risque Atex). Le dispositif de balayage est ainsi associé à un dispositif de surveillance de la composition gazeuse de l'atmosphère interne de l'alvéole. Il est constitué d'un tube amovible placé en intrados du chemisage et connecté au dispositif de prélèvement et d'analyse des gaz, ainsi qu'au dispositif d'injection d'azote.

La possibilité de réaliser un balayage est maintenue jusqu'à sa fermeture. Seule la phase de remplissage impose l'ouverture de l'alvéole durant laquelle cette fonctionnalité est interrompue.

Au stade actuel de la conception, des équipements d'injection d'azote sont déportés en galerie, dans une armoire située dans la niche accolée à la façade d'accostage. La production d'azote est réalisée dans une niche dédiée située au début de la galerie d'accès du quartier pilote HA (cf. Figure 7-8), avant d'être distribuée dans les alvéoles.

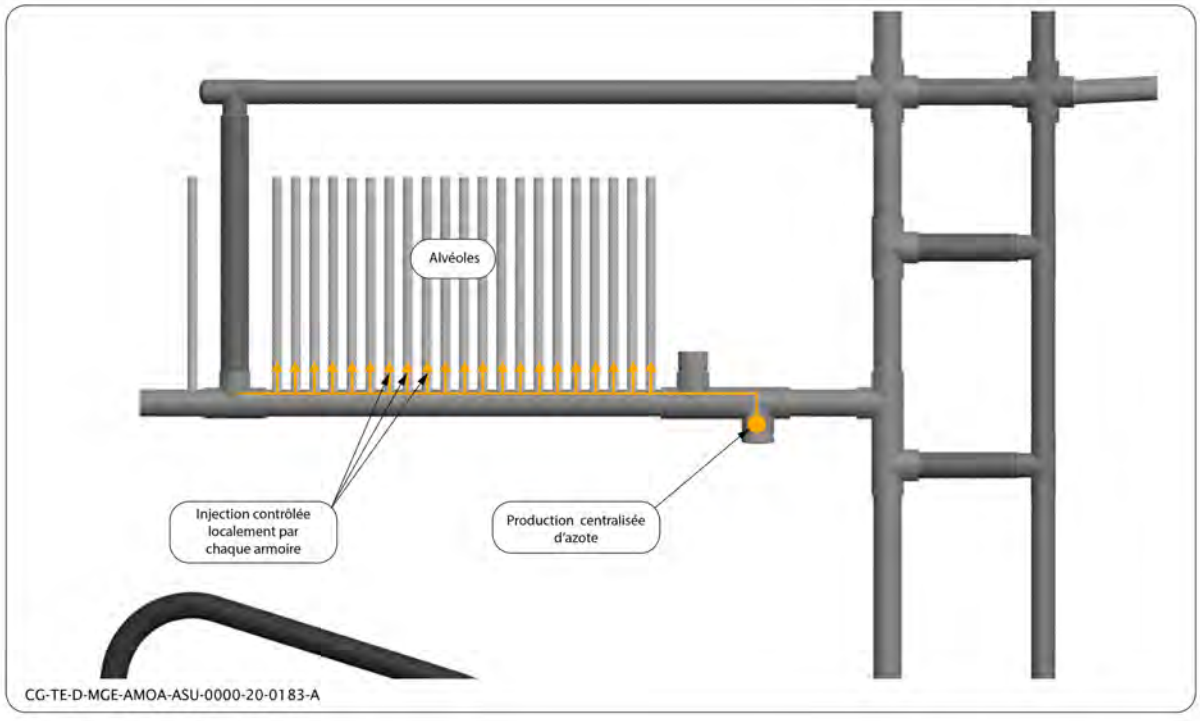


Figure 7-8 *Illustration du principe de production et de distribution d'azote au droit de chaque alvéole*

7.1.2.6 La gestion des eaux d'exhaure

Les eaux d'exhaure issues de chaque alvéole HA du quartier pilote sont recueillies gravitairement vers la niche où elles sont mises en cuve (cf. Figure 7-9).

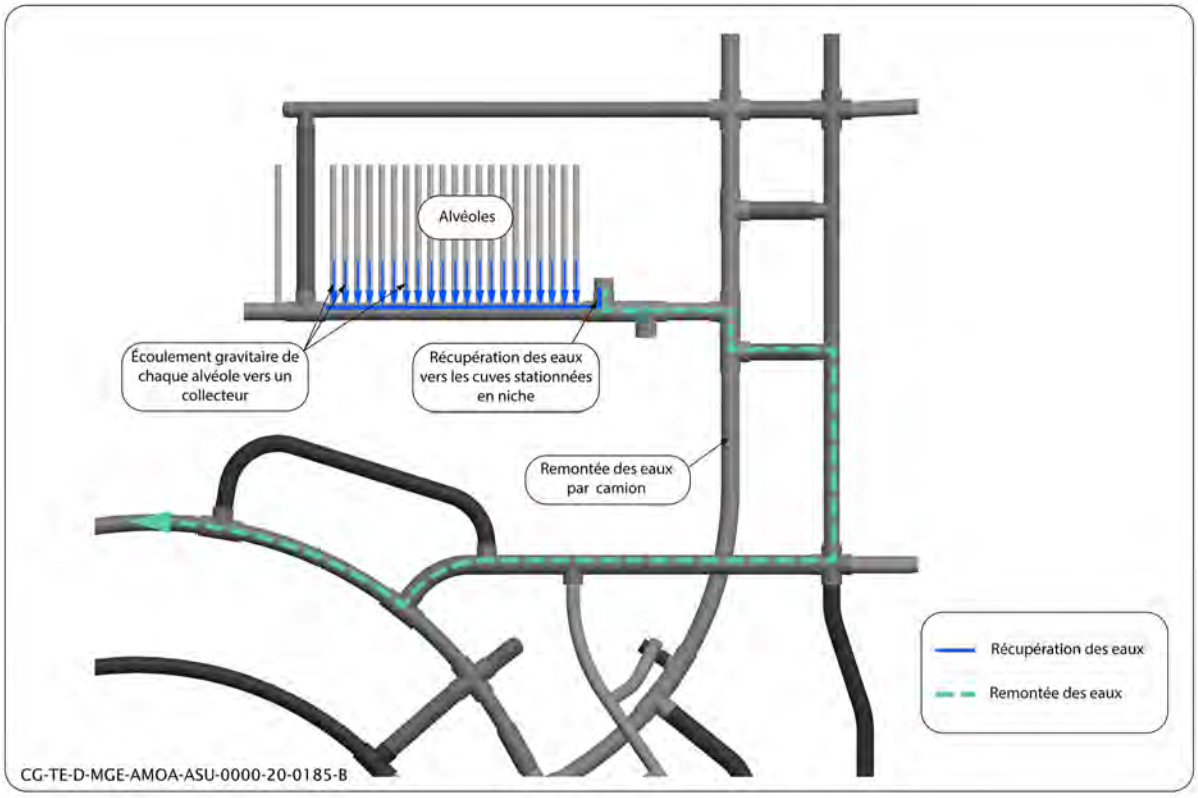


Figure 7-9 Illustration de la gestion des eaux d'exhaure du quartier pilote HA

7.1.2.7 La gestion des déchets induits d'exploitation

Les déchets induits générés dans le quartier pilote HA sont conditionnés et transportés séparément en fonction de leur provenance au point de collecte dans le local dédié en ZSLE avant d'être remontés en surface (cf. Chapitre 13 du présent volume).

7.1.2.8 La navette et les chariots

Comme pour le quartier de stockage MA-VL, les chariots dans le quartier pilote HA ont pour fonction le transfert des robots et des hottes depuis la gare basse du funiculaire jusqu'à l'intersection entre la galerie de liaison avec la galerie d'accès. La navette a, quant à elle, pour fonction le positionnement des robots et des hottes d'un point à un autre de la galerie d'accès, jusqu'à n'importe lequel des alvéoles du quartier (cf. Figure 7-10).

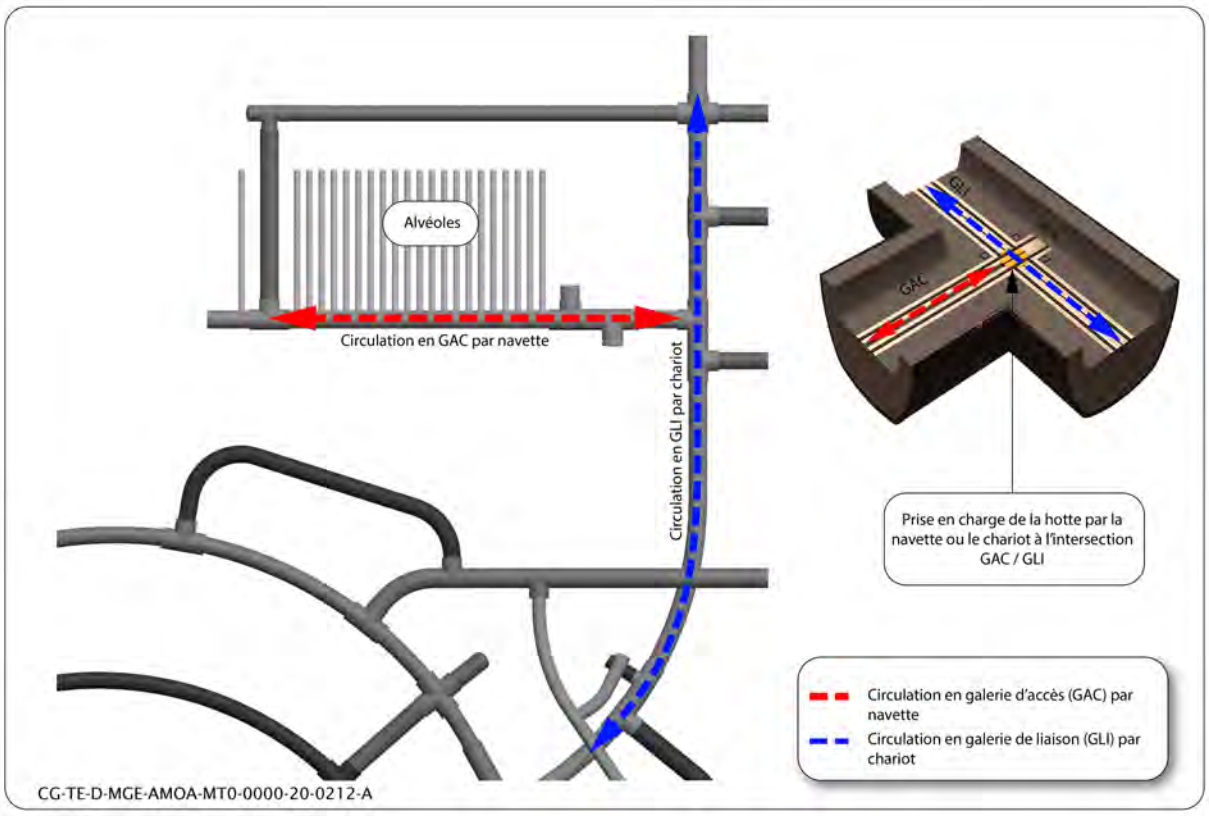


Figure 7-10 *Illustration du principe de la circulation des équipements de manutention dans le quartier pilote HA (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès)*

Les navettes et les chariots sont des machines automotrices circulant sur rails ancrés dans le génie civil des galeries (cf. Figure 7-11 et figure 7-12).

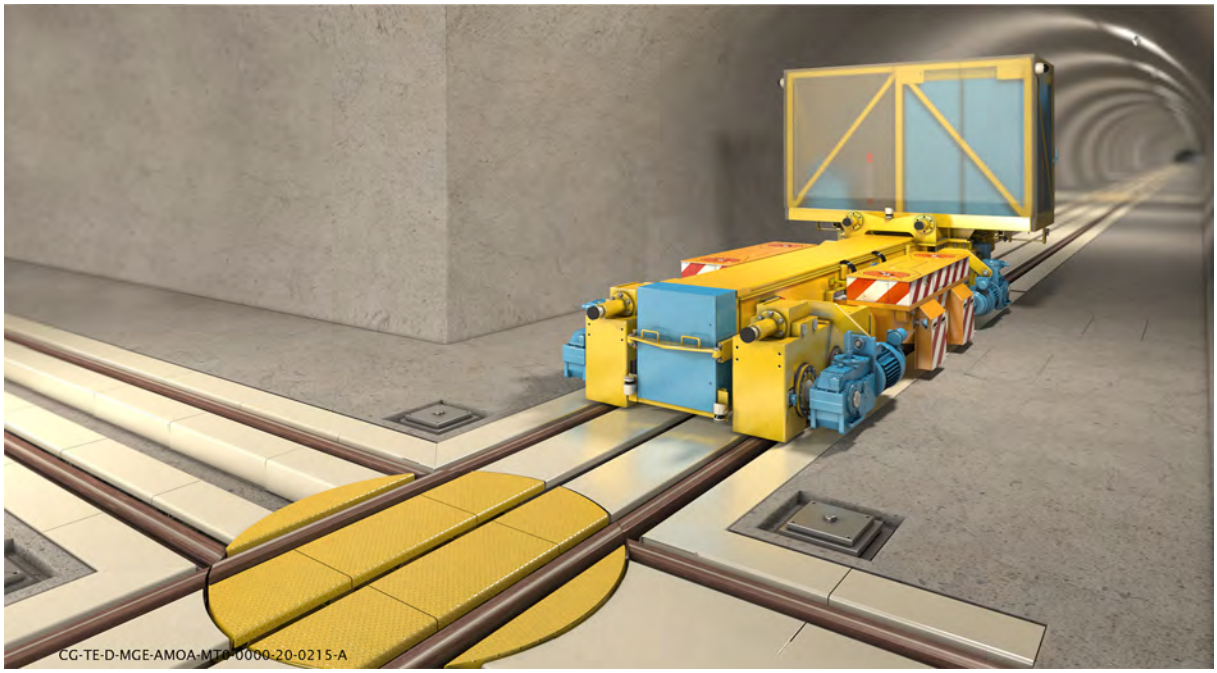


Figure 7-11 *Illustration d'un chariot circulant en galerie de liaison*

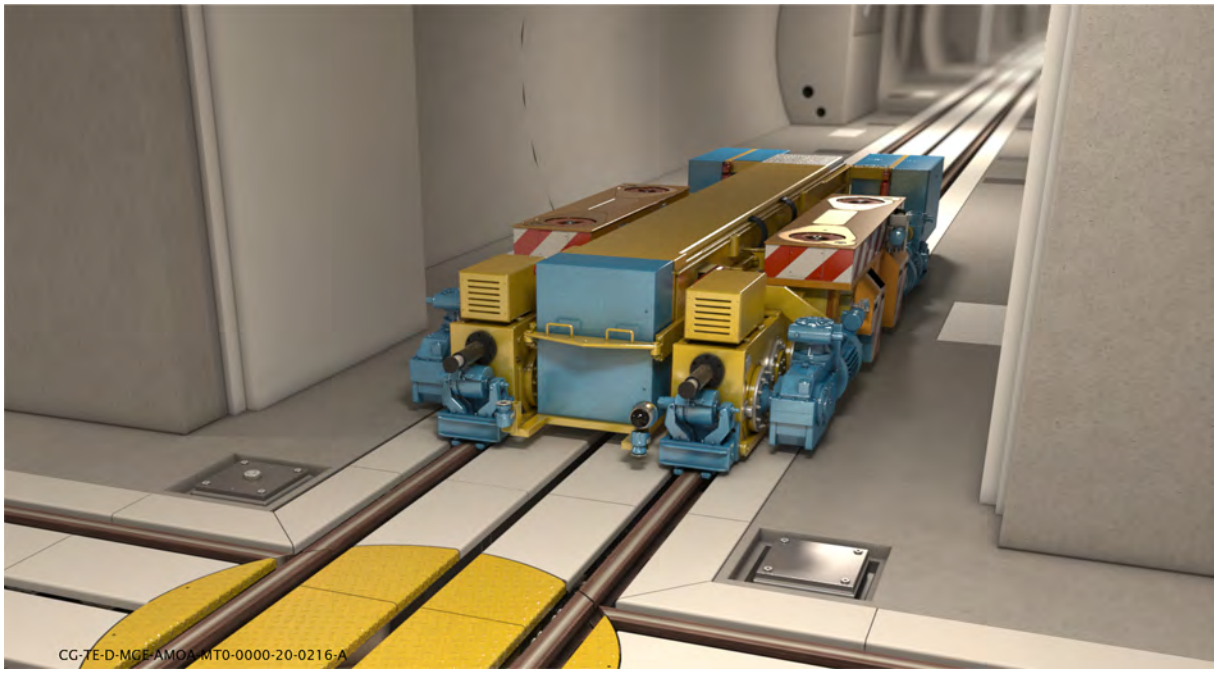


Figure 7-12 Illustration d'une navette en galerie d'accès

Une table tournante de voie est positionnée à l'intersection des voies de roulement de la galerie de liaison et de la galerie d'accès (cf. Figure 7-13). Elle peut pivoter sur son axe vertical pour s'aligner dans le sens des voies de roulement de l'une ou l'autre des galeries de l'intersection.

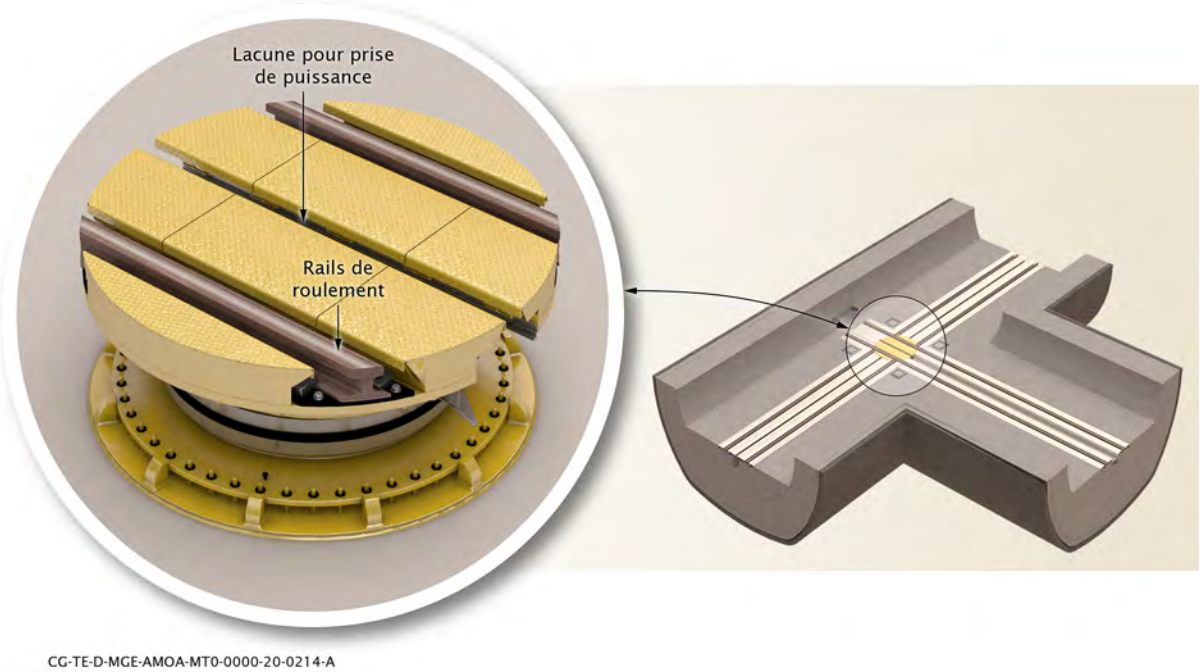


Figure 7-13 Illustration de la table tournante de voie à l'intersection galerie d'accès/galerie de liaison

Les navettes HA permettant de transférer les équipements (hottes, robot pousseur, robot bride, robot de retrait) de l'intersection entre la galerie d'accès et la galerie de liaison jusqu'aux différents alvéoles sont alimentées par des rails multiconducteurs.

Les fonctions principales assurées par la navette sont les suivantes :

- la translation sur la voie de roulement (à vide ou en charge) ;
- le levage ou dépose de la charge ;
- le verrouillage de la charge sur la navette ;
- l'alimentation de la charge.

Les navettes HA sont principalement constituées (cf. Figure 7-14 et figure 7-15) :

- d'un châssis porteur, type caisson, constitué par assemblage de tôles soudées ;
- d'un bogie de translation avant équipé de quatre galets dont deux sont motorisés et de freins de sécurité ;
- d'un bogie de translation arrière équipé de quatre galets dont deux sont motorisés ;
- d'un système de levage et de sa centrale hydraulique qui permettent le levage de la hotte ou des robots ;
- d'un système de positionnement dans le plan horizontal composé de quatre vérins électriques ;
- d'un système de liaison électrique permettant l'alimentation des hottes de transfert HA, des robots pousseur et de retrait ;
- de coffrets contrôle-commande, positionnés sur une structure liée à l'arrière du châssis porteur ;
- d'un ensemble de capteurs et d'instruments qui permettent la surveillance et le contrôle des différents mouvements et paramètres de fonctionnement de la navette.

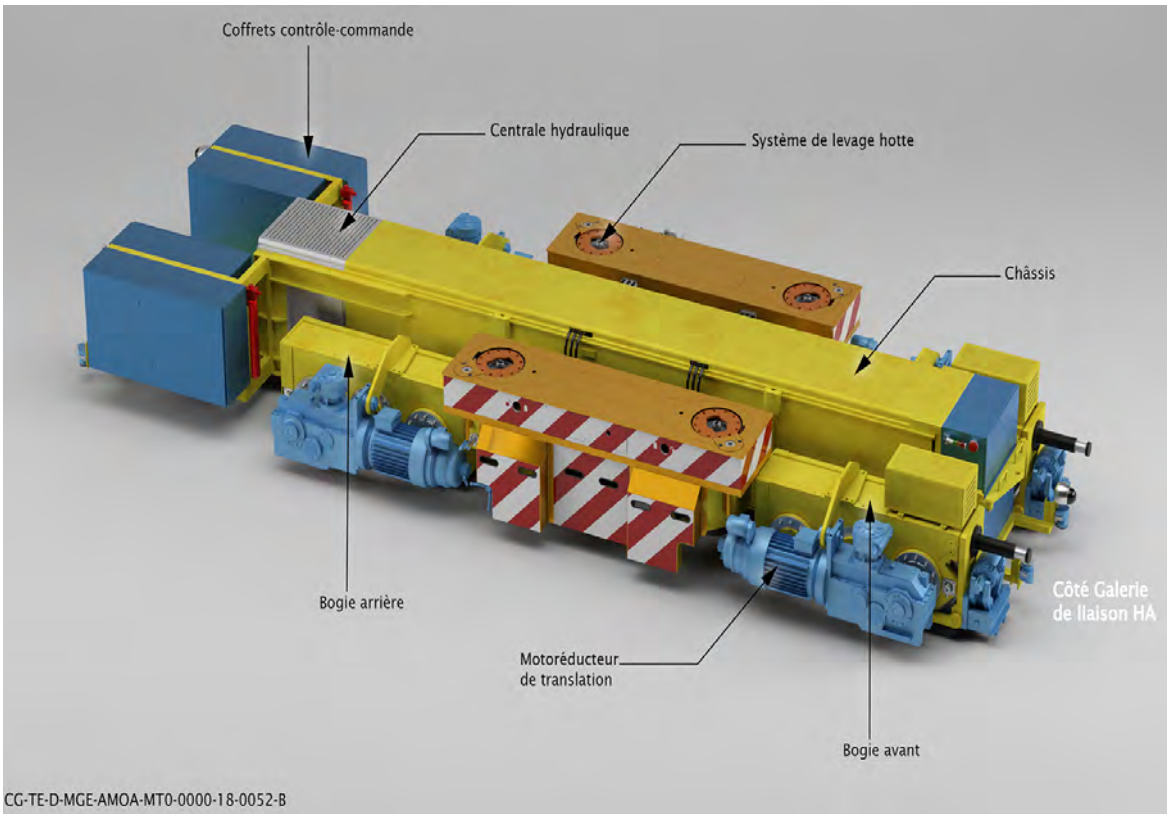


Figure 7-14 Illustration d'un navette HA

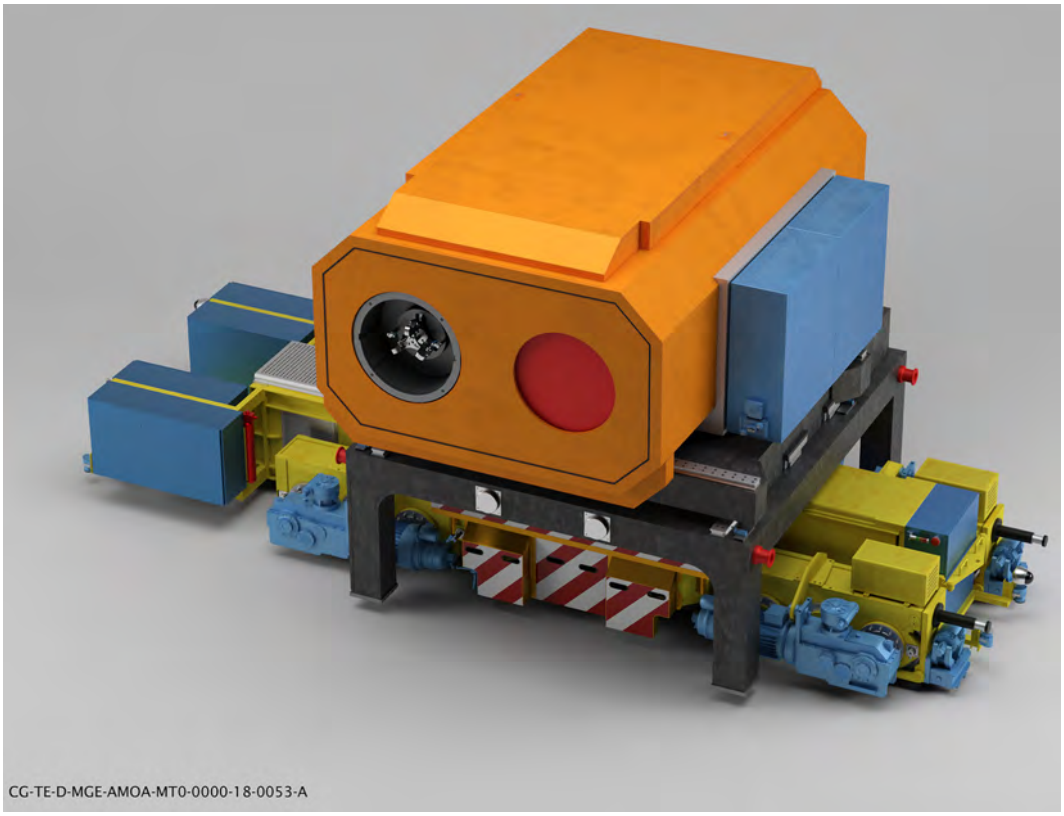


Figure 7-15 Illustration d'un navette HA transportant une hotte de transfert HA

7.1.2.9 Le robot bride et de mesures

7.1.2.9.1 La description générale

Le robot bride et de mesures (cf. Figure 7-16) est utilisé pour le montage et le démontage de la bride ainsi que pour la mesure de contrôle dimensionnel et d'état général du chamisage avant la mise en place des colis. Il est constitué en particulier d'une table de vissage et d'un fourreau contenant l'instrumentation de mesure (cf. Dossier de justification de la conception du process nucléaire souterrain » (24).

La navette fournit l'alimentation électrique au robot bride et de mesures ainsi que son raccordement au réseau de communication. La navette est elle-même alimentée en énergie électrique par les rails conducteurs situés entre les voies de roulement.

Le robot bride et de mesures est transporté par les mêmes moyens que ceux utilisés pour les autres robots. Sa base, composée d'un châssis similaire aux autres robots, permet les mêmes interfaces avec les moyens de transport et le même positionnement par rapport à l'alvéole. Il est notamment constitué :

- d'un système de positionnement et d'alignement : table XY et châssis ;
- d'une hotte fixée sur la table XY.

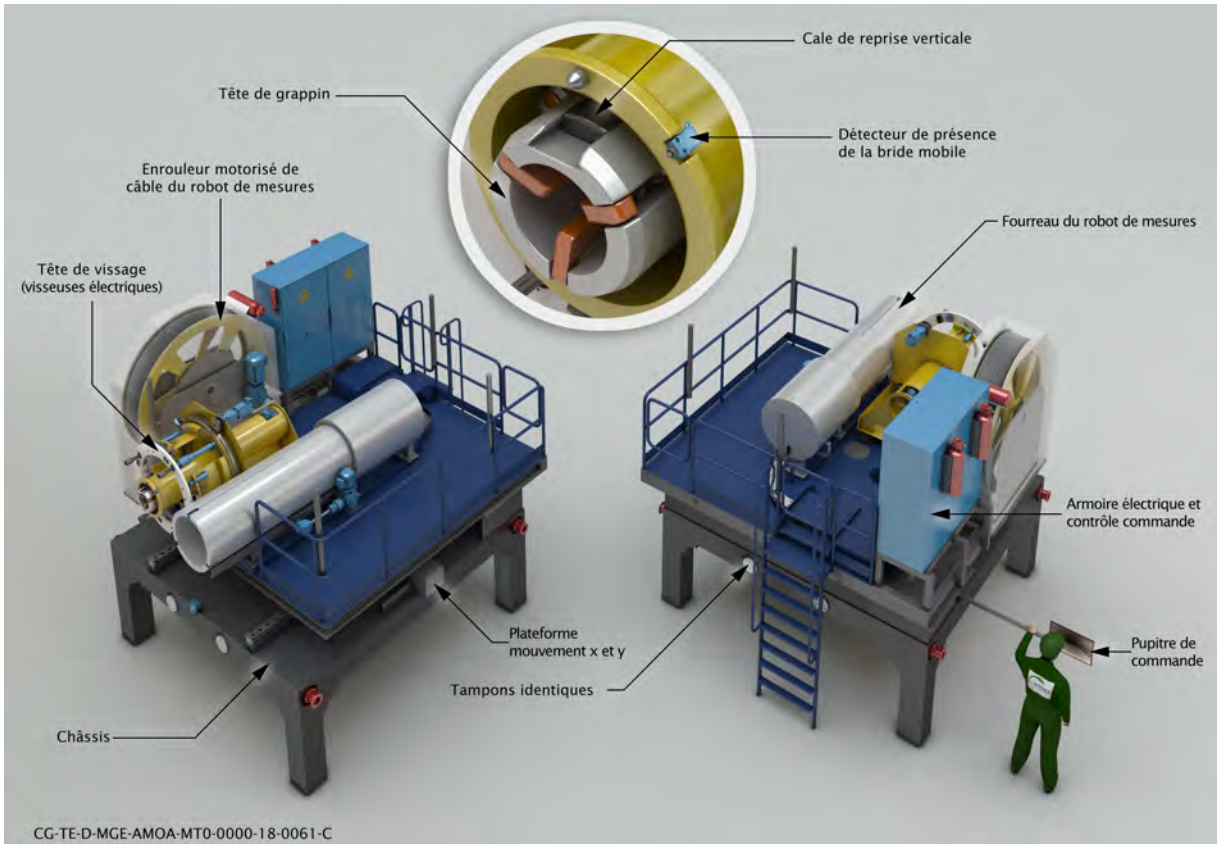


Figure 7-16 Illustration du robot bride et de mesures

Le robot bride et de mesures permet de transporter et de supporter le système de retrait ou de mise en place de la bride, le système de transport et d'introduction du robot de mesure et les dispositifs permettant :

- l'accès du personnel aux équipements (ex : pupitre de commande) ;
- la distribution en énergie des équipements ;
- l'éclairage ;
- la protection incendie.

Le robot bride et de mesures est déposé au droit de l'alvéole par la navette. Le robot bride agrippe la bride, la désolidarise du massif d'accostage grâce à la tête de vissage puis se déplace vers la ZSLE avec la bride pour laisser la place à la hotte de transfert HA.

Le robot de mesures sert à mesurer la géométrie interne de l'alvéole avant la mise en place des premiers colis.

7.1.2.9.2 Le système de dépose ou de mise en place de la bride

Le système de maintien de la bride est composé d'un grappin muni de griffes et d'une cale de reprise verticale du poids de la bride. Le grappin ainsi que la cale sont actionnés par vérin électrique (cf. Figure 7-17).

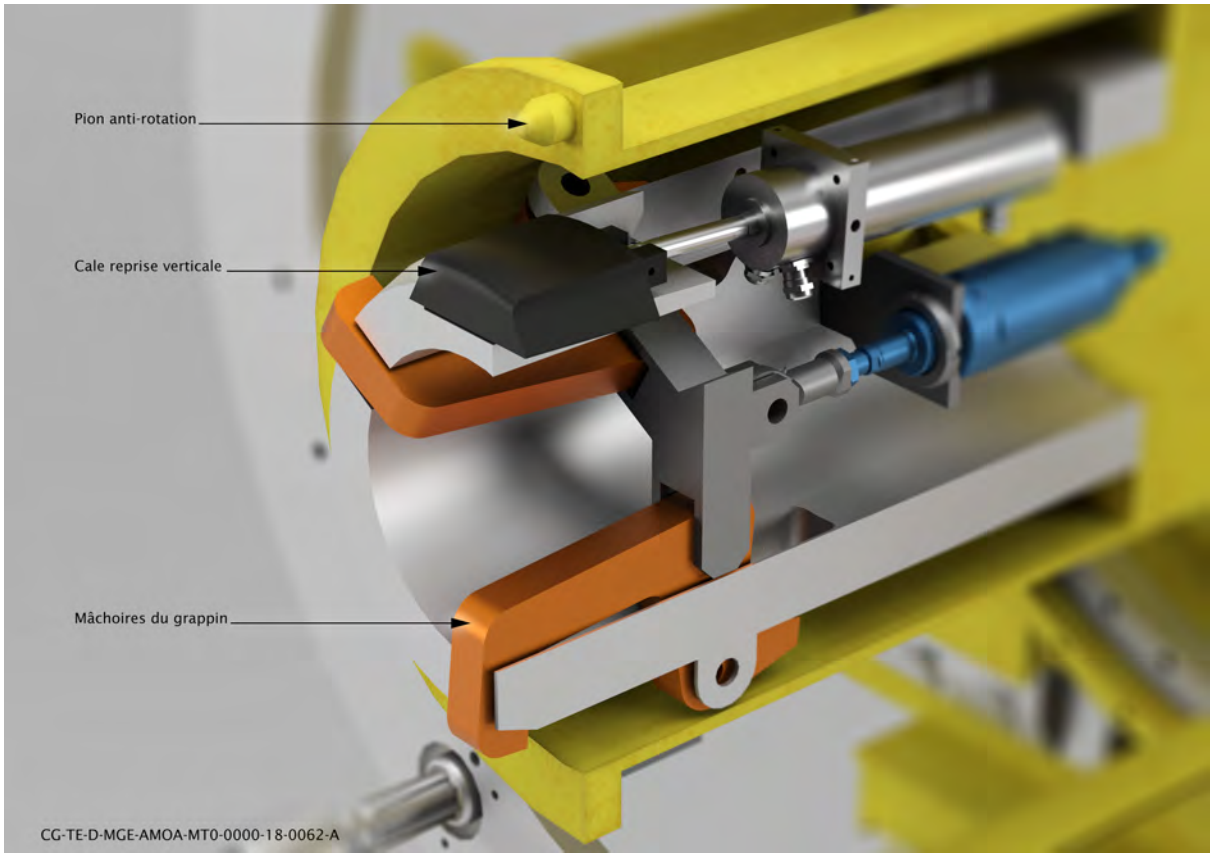


Figure 7-17 Illustration d'un détail du système de préhension de la bride

Le maintien angulaire de la bride est assuré par le pion de maintien en rotation de la bride.

Les griffes ainsi que la cale sont bloquées en position de maintien pour éviter la chute de la bride durant les phases de transfert en cas de panne des chaînes cinématiques correspondantes.

Le système, de par les jeux fonctionnels de l'interface bride/grappin donne une liberté suffisante pour permettre l'alignement automatique et sans contrainte des vis de la bride avec les trous de la contre-bride de la façade d'accostage.

7.1.2.10 Le robot pousseur

7.1.2.10.1 La description générale

Le robot pousseur permet de :

- pousser les colis de stockage sur toute la longueur de l'alvéole, y compris en cas de défauts géométriques du chemisage ou de défaut d'alignement entre deux tubes du chemisage ;
- gérer le positionnement d'un colis par rapport au précédent afin de créer un espace vide entre les deux.

Il est constitué (cf. Figure 7-18) :

- d'un système de poussée pour la mise en place des colis HA ;
- d'un système pour la préhension du bouchon de radioprotection d'exploitation ;
- d'un châssis permettant :
  - ✓ le positionnement sur les platines devant l'alvéole ;
  - ✓ les interfaces avec les moyens de transfert ;

- d'une table motorisée qui est montée sur le châssis et qui permet :
  - ✓ l'accostage à l'alvéole ;
  - ✓ le positionnement du système de préhension du bouchon de radioprotection d'exploitation et du système de poussée des colis de stockage (mise en place) ;
- de la plateforme montée sur la table motorisée et qui permet :
  - ✓ d'accueillir le système de poussée et de préhension du bouchon de radioprotection d'exploitation ;
  - ✓ la distribution en énergie de ces systèmes.

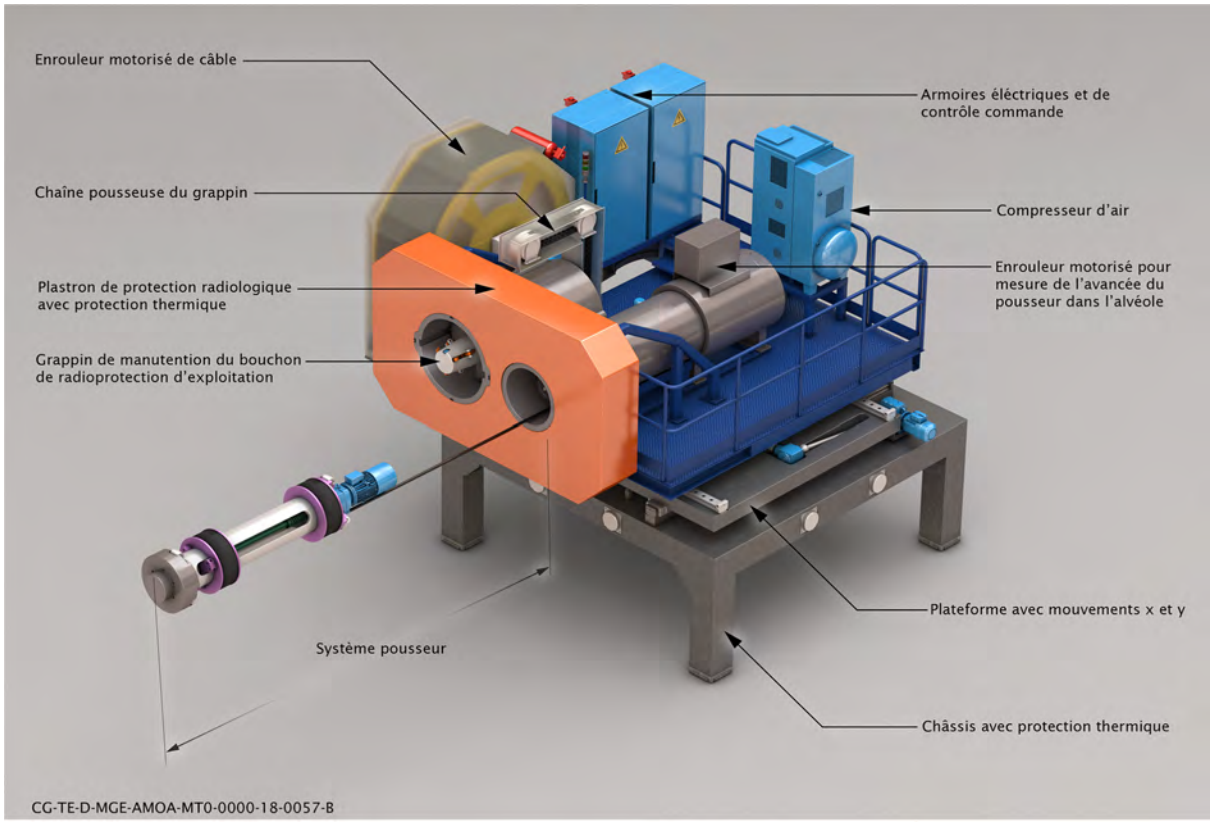


Figure 7-18 *Illustration de la composition de la hotte et du châssis du robot pousseur*

Le système d'introduction est identique au robot de bride et de mesure hormis le dispositif de mesure qui n'existe pas sur le robot pousseur.

Le système de préhension du bouchon de radioprotection d'exploitation permet de le mettre en place et de le retirer (cf. Figure 7-19).

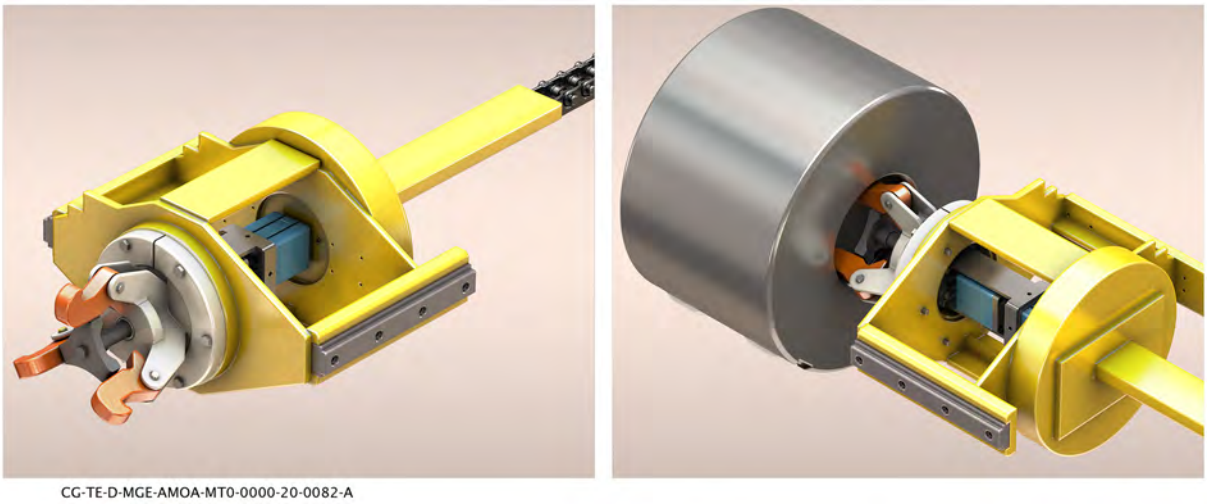


Figure 7-19 *Illustration du grappin de préhension du bouchon de radioprotection d'exploitation*

7.1.2.10.2 Le système pousseur

La poussée est réalisée par une avancée pas à pas par un double dispositif pneumatique qui après avoir été gonflés alternativement translatent l'un par rapport à l'autre (cf. Figure 7-20).

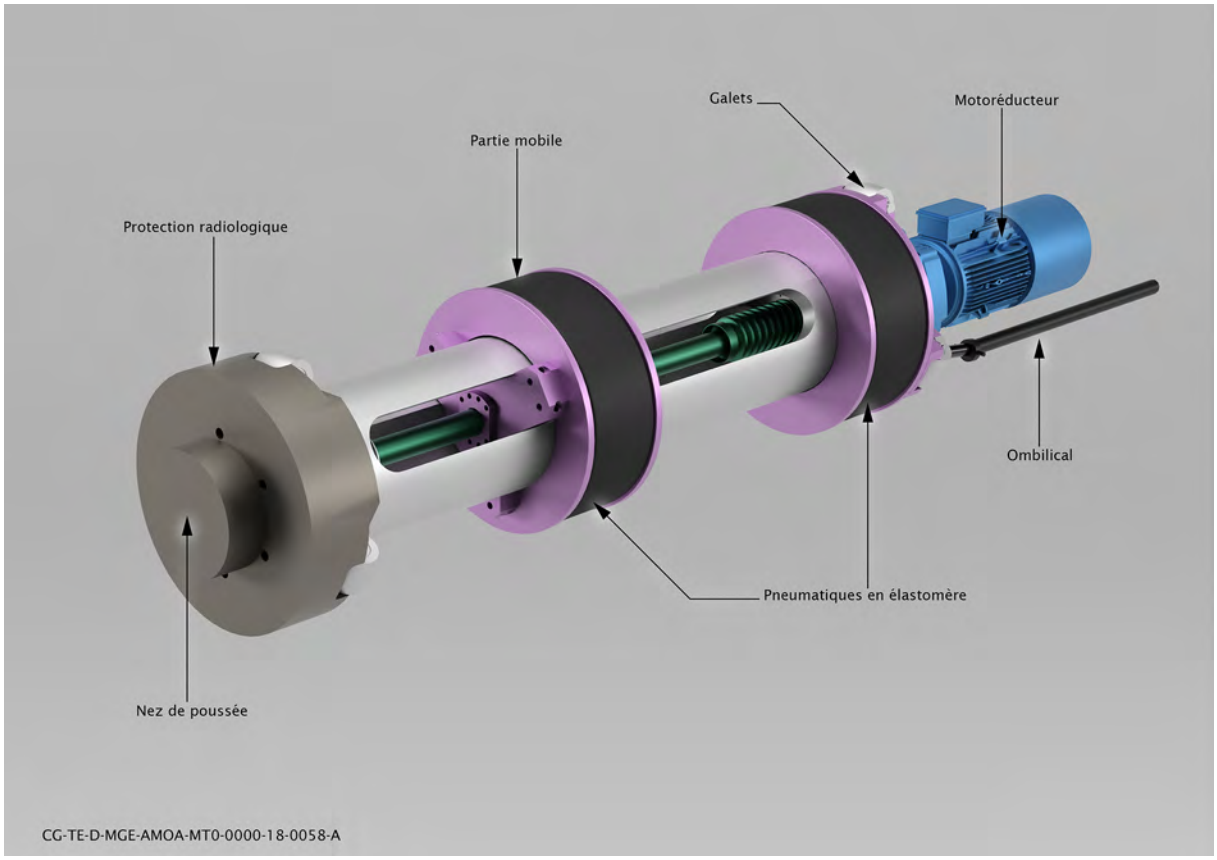


Figure 7-20 *Illustration du robot pousseur de colis de stockage HA dans un alvéole de stockage HA*

La décomposition du cycle du pousseur est illustrée sur la figure 7-21 ci-après.

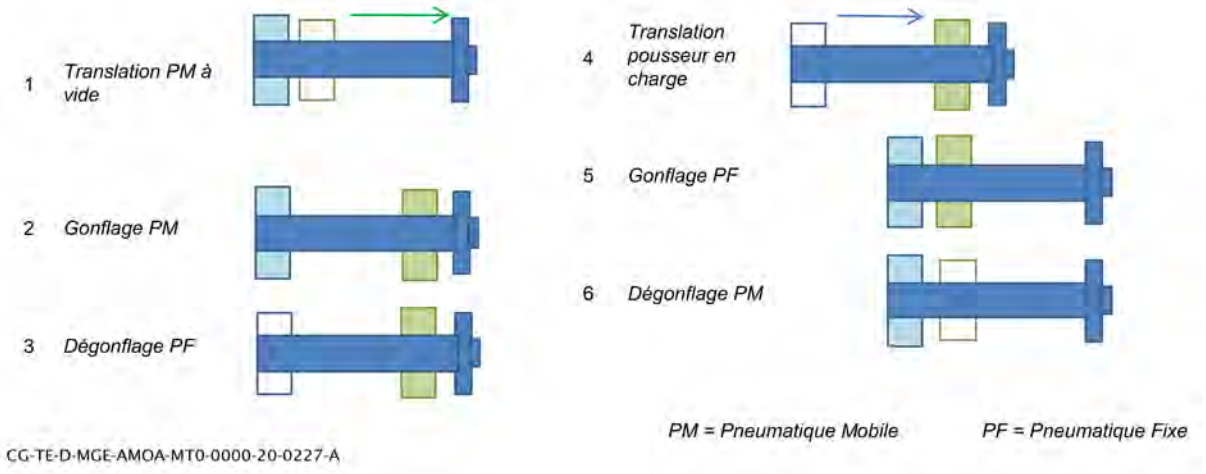


Figure 7-21 Exemple de cycle du robot pousseur

7.1.2.11 Le robot de retrait

7.1.2.11.1 La description générale

Le retrait d'un colis peut être effectué soit :

- lorsque l'alvéole est en cours de chargement ;
- après réouverture de l'alvéole.

La préhension du colis par le robot de retrait (cf. Figure 7-22) est assurée par l'ouverture d'un grappin puis, l'ensemble colis plus tireur est ramené à l'aide d'un treuil.

Ses caractéristiques lui permettent de tirer les colis de stockage sur toute la longueur de l'alvéole, y compris en cas de défauts géométriques du chemisage ou de défaut d'alignement entre deux tubes du chemisage ou encore en présence de produits de corrosion.

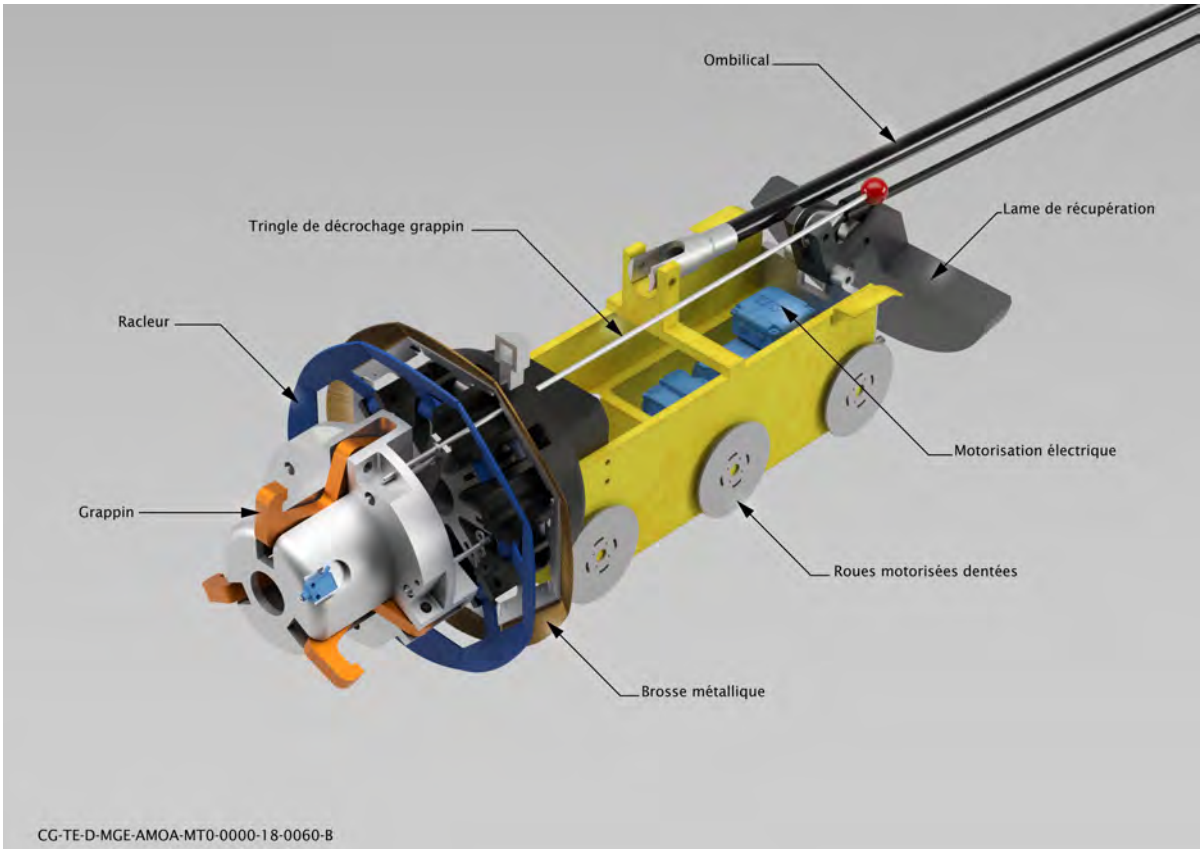


Figure 7-22 Illustration du robot tireur

7.1.2.11.2 Le système de retrait

De la même façon que le robot bride, le robot de retrait est constitué :

- du système de positionnement et d'alignement : table XY et châssis ;
- d'une hotte fixée sur la table XY.

La hotte du robot pousseur permet de transporter et de supporter le système de mise en place et de retrait du bouchon d'exploitation, le système de retrait ainsi que les dispositifs permettant :

- l'accès du personnel aux équipements ;
- la distribution en énergie des équipements ;
- la radioprotection du personnel ;
- l'éclairage ;
- la protection incendie.

La hotte, la table XY et le châssis sont similaires au robot pousseur (cf. Figure 7-23 et figure 7-18).

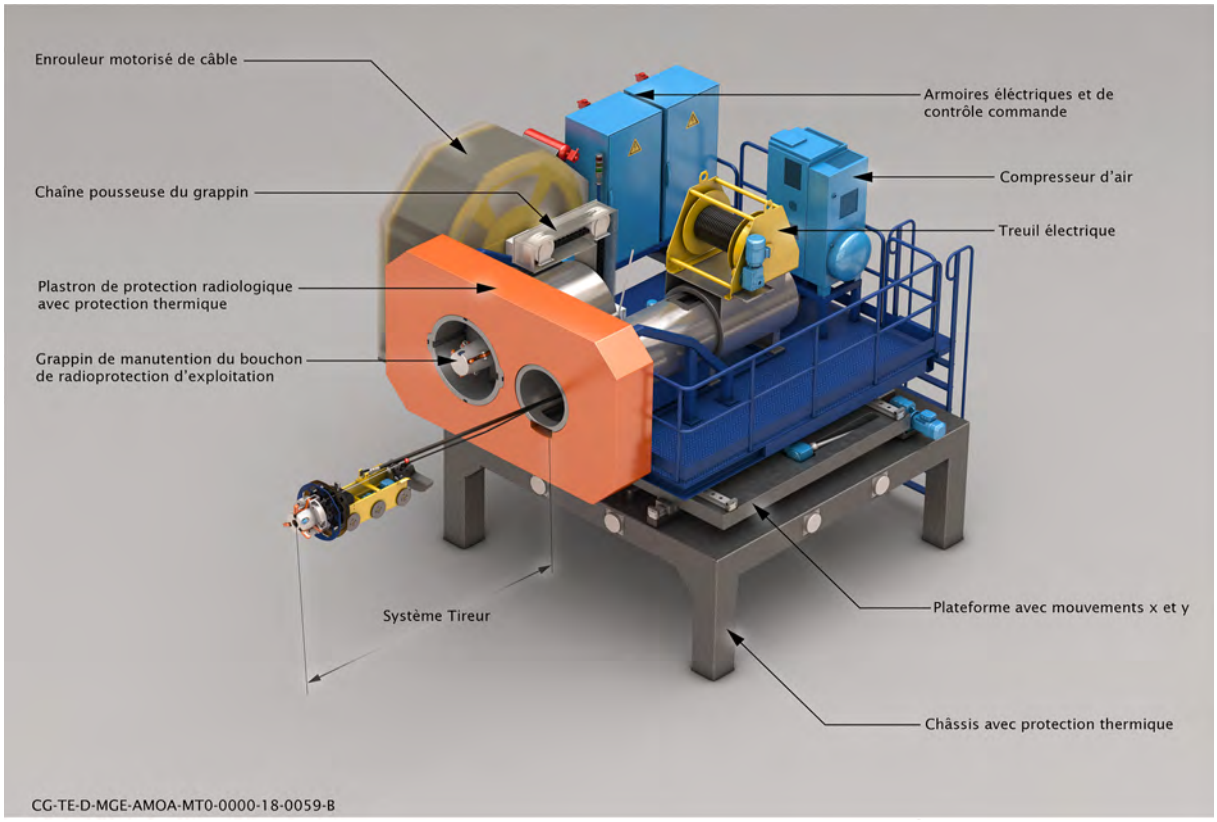


Figure 7-23 Illustration de la hotte et du châssis du robot de retrait

Le robot de retrait a des dimensions lui permettant de passer dans la galerie d'accès du quartier pilote HA mais aussi dans les galeries de liaison et de la galerie d'accès à la zone de maintenance.

7.1.2.11.3 Le système d'introduction du robot de retrait

Le système d'introduction est identique au robot de bride et de mesure hormis le dispositif de mesure qui n'existe pas sur le robot de retrait et le rajout du dispositif de récupération des produits de corrosions.

Les produits de corrosion sont récupérés dans un bac situé dans un fourreau mobile. Le bac est escamotable ce qui permet de vider le fourreau des produits de corrosion sans enlever le tireur.

7.1.3 Le fonctionnement

7.1.3.1 Les conditions de fonctionnement et de pilotage du quartier pilote HA

7.1.3.1.1 Le zonage radiologique du quartier pilote HA

Tous les locaux du quartier pilote HA ont un classement de confinement de type C1.

En dehors des phases de mise en place ou de retrait d'un colis de stockage, l'ensemble des galeries, des recoupes et des niches du quartier pilote HA sont en zone surveillée bleue.

Lors d'une phase de mise en place ou de retrait d'un colis de stockage dans un alvéole, une zone de 2 mètres autour de la hotte est une zone contrôlée verte ; au-delà de ce périmètre la galerie d'accès est une zone surveillée bleue.

L'alvéole de stockage HA est en zone contrôlée rouge une fois chargé d'un colis de stockage.

7.1.3.1.2 Les conditions initiales

Afin de pouvoir lancer la séquence de stockage de colis HA ou de poursuivre n'importe quelle séquence nécessitant au préalable une validation, les conditions suivantes doivent être respectées :

- toutes les alarmes de niveau médian, élevé ou critique ayant un impact sur le flux ou les équipements d'exploitation à utiliser doivent être soldées ;
- les ventilateurs du réseau sont en état de marche et produisent le débit requis.

7.1.3.1.3 Les conditions permanentes

En conditions permanentes de fonctionnement :

- l'ensemble des alarmes de niveau médian, élevé ou critique doit être traité par l'opérateur en charge de la zone ;
- le process est mis en pause sur détection incendie (ou défaut) dans le secteur feu considéré.

7.1.3.1.4 Le pilotage

Les opérations sont principalement réalisées depuis un poste de commande distant en automatique (en salle de conduite centralisée). Seul le robot bride est piloté en local lors des opérations d'ouverture des alvéoles HA.

En fonctionnement normal, il est prévu que lors d'un transfert procédé au sein de l'installation souterraine, aucun véhicule ou engin de soutien à l'exploitation ne vienne perturber les opérations en cours.

7.1.3.2 Le transfert des colis HA en galerie de liaison

La description du fonctionnement du transfert des hottes de transfert HA en galerie de liaison entre la ZSLE et la galerie d'accès du quartier pilote HA est détaillée dans le chapitre 3.3.2 du présent volume.

Le transfert de la hotte depuis la galerie de liaison vers la galerie d'accès se déroule selon les étapes suivantes :

- la hotte en provenance de la ZSLE arrive chargée sur le chariot par la galerie de liaison ;
- la table tournante de voie est alors alignée avec les voies de roulement de la galerie de liaison ;
- le chariot s'arrête au niveau de la table tournante de voie et dépose la hotte sur des platines d'appui puis la déverrouille ;
- le chariot se retire.

L'opération inverse se déroule pour le retour de la hotte vers la ZSLE.

7.1.3.3 La prise en charge de la hotte par la navette HA

Lorsque la hotte est déposée par le chariot (depuis la galerie de liaison) et que le chariot s'est retiré de la table de voie, la récupération de la hotte par la navette est possible. La table de voie oriente les voies permettant le transfert de la navette sous la hotte. La navette aligne son système de levage de la hotte avant de la soulever et de la verrouiller (cf. Figure 7-24).

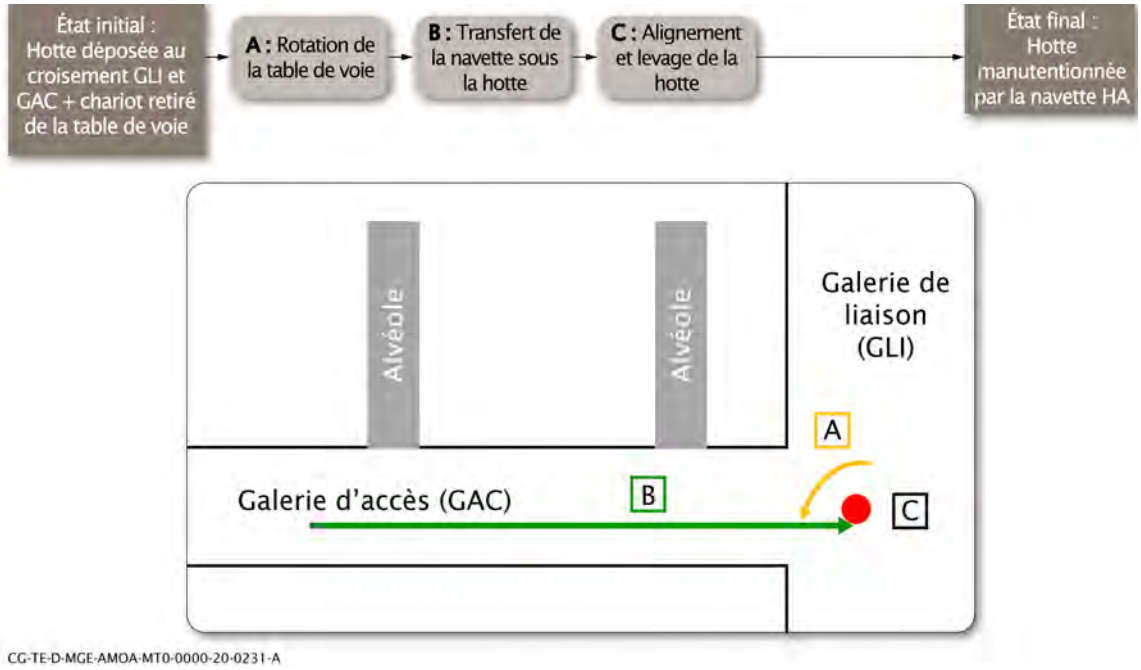


Figure 7-24 *Schématisation du process de la prise en charge des hottes en galerie d'accès (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès)*

7.1.3.4 Le transfert de la hotte jusqu'à l'alvéole de stockage

La navette, après préhension et levage de la hotte, transfère celle-ci en face de l'alvéole de destination. Un système de lecture de code barre implanté au-dessus du système d'alimentation permet de vérifier la position de la navette. La navette dépose ensuite la hotte sur les platines présentes au sol. Une fois déposée, la hotte est alimentée électriquement grâce au connecteur (cf. Figure 7-25).

Avec un positionnement garanti par les platines et une alimentation électrique fonctionnelle, la hotte s'accoste à la façade d'accostage.

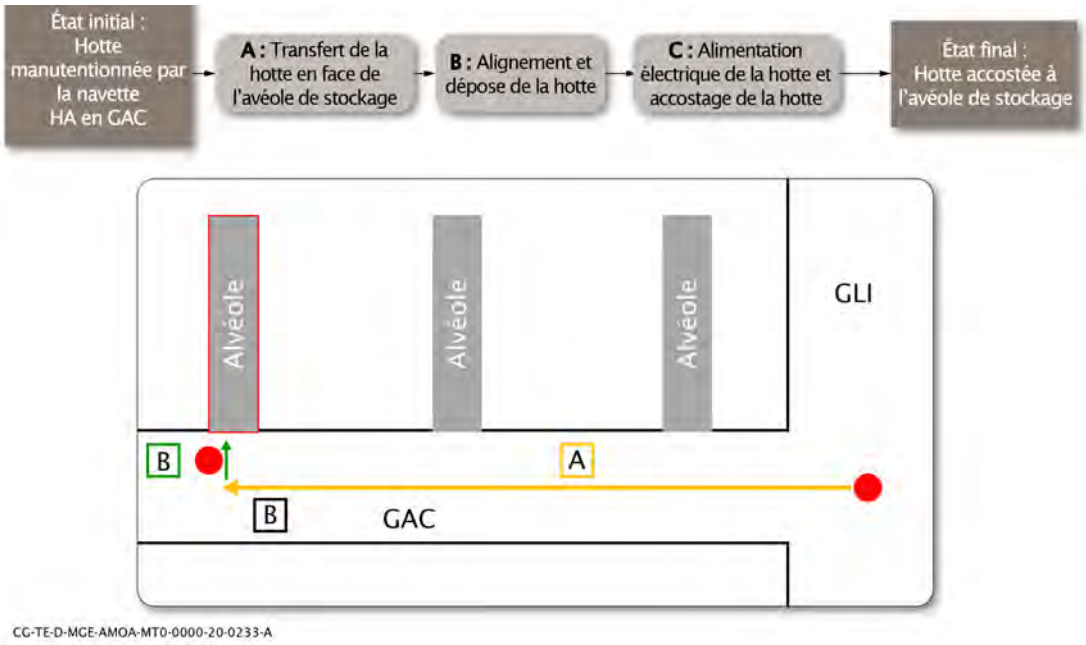


Figure 7-25 *Schématisation du process de transfert de la hotte en galerie d'accès (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès)*

7.1.3.5 L'ouverture des alvéoles du quartier pilote HA

Le robot pousseur est descendu depuis la surface avec le bouchon d'exploitation (cf. Chapitre 7.1.2.4 du présent volume). Le robot pousseur est déplacé entre la galerie de liaison et l'alvéole *via* la navette. Ensuite, le robot bride est déposé en face de l'alvéole, le retrait de la bride est réalisé par un opérateur en pilotage local depuis le poste de conduite équipement. Dès que la bride est chargée sur le robot, la navette transfère le robot bride en fond de la galerie d'accès. Pour finir le robot pousseur est déplacé en face de l'alvéole. Celui-ci dépose le bouchon d'exploitation. L'alvéole est configuré pour recevoir le premier colis (cf. Figure 7-26).

Le robot pousseur est transféré par la navette en fond de la galerie d'accès pour permettre le positionnement de la hotte en face de l'alvéole du quartier pilote HA.

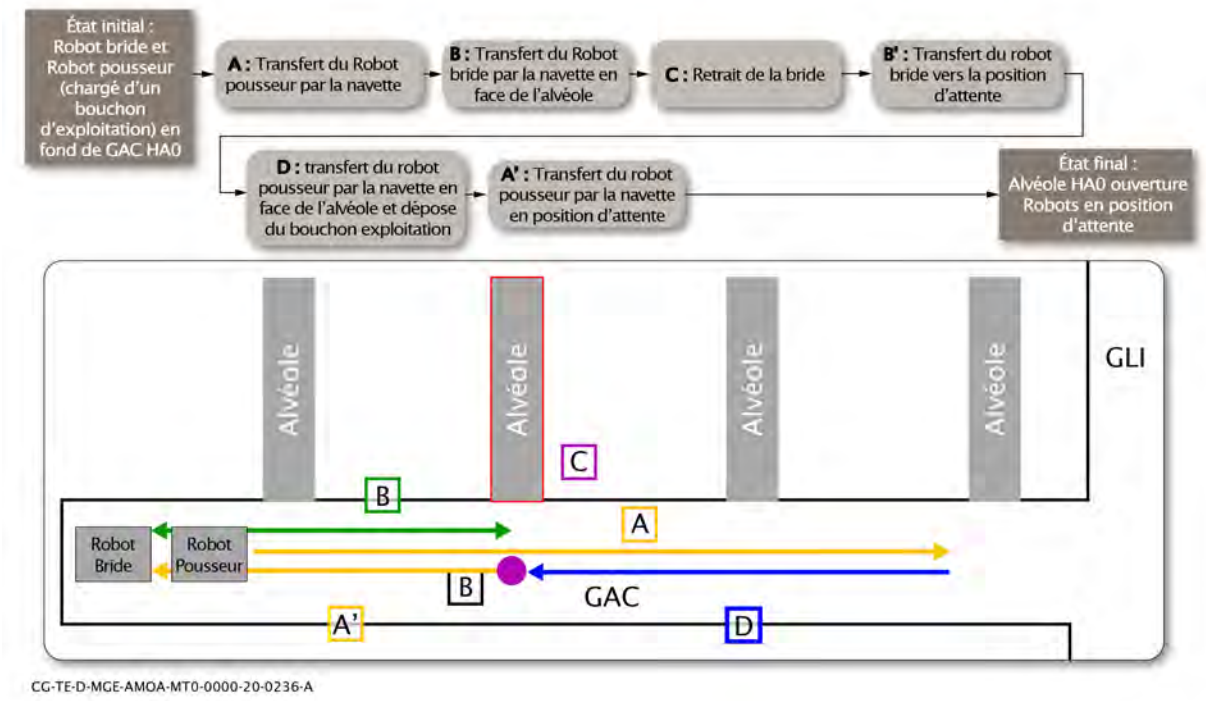


Figure 7-26 *Schéma du process d'ouverture d'un alvéole du quartier pilote HA (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès)*

7.1.3.6 Le transfert du colis de stockage en tête d'alvéole

Les alvéoles de stockage sont préconfigurés par le robot bride et le robot pousseur (le bouchon d'exploitation est présent en tête d'alvéole et la bride est retirée).

La hotte de transfert HA aligne l'enceinte du bouchon puis sort le fourreau du bouchon d'exploitation. Ensuite, le grappin vient retirer le bouchon d'exploitation. Le fourreau rentre dans la hotte permettant la poursuite du process (cf. Figure 7-27).

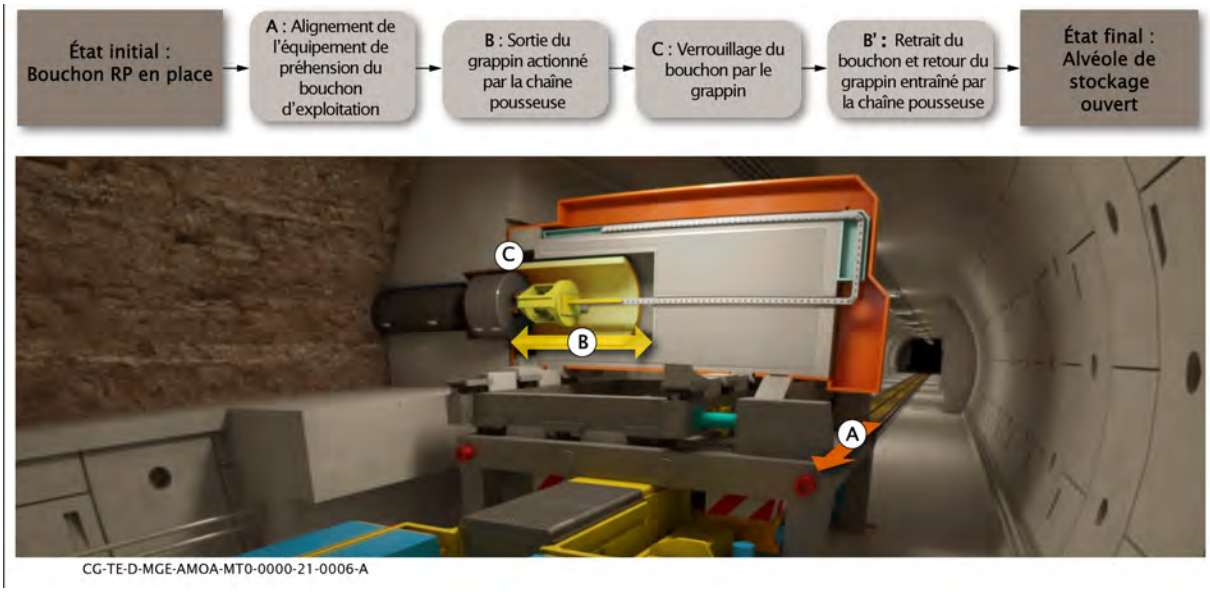


Figure 7-27 *Illustration du process d'ouverture d'un alvéole du quartier pilote HA (vue en écorché)*

Après ouverture de l'alvéole, la hotte s'aligne sur le logement du colis. La porte blindée est ouverte puis le fourreau mobile avance dans la tête de l'alvéole de stockage. Le colis entraîné par le grappin est poussé dans l'alvéole. Le grappin relâche le colis puis tous les mobiles reviennent dans la hotte. La porte blindée est ensuite refermée (cf. Figure 7-28).

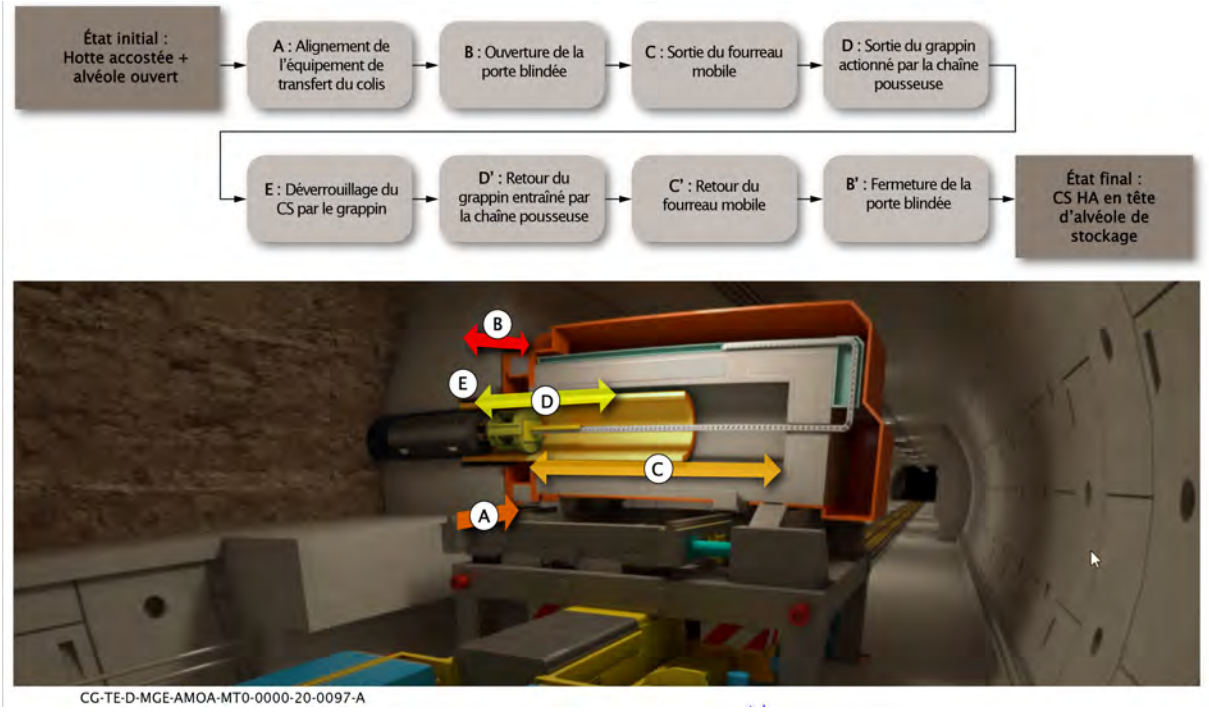


Figure 7-28 *Illustration du process de transfert du colis de stockage en tête d'alvéole HA (vue en écorché)*

Avant de pouvoir déplacer la hotte de transfert HA, l'alvéole est obturé avec le bouchon d'exploitation. La hotte s'aligne sur la chambre comprenant le bouchon. Le fourreau mobile est sorti, suivi par le grappin tenant le bouchon d'exploitation. Après positionnement du bouchon, celui-ci est libéré par le grappin et tous les mobiles reviennent dans la hotte (cf. Figure 7-29).

L'alvéole est fermé, la hotte peut être désaccostée.

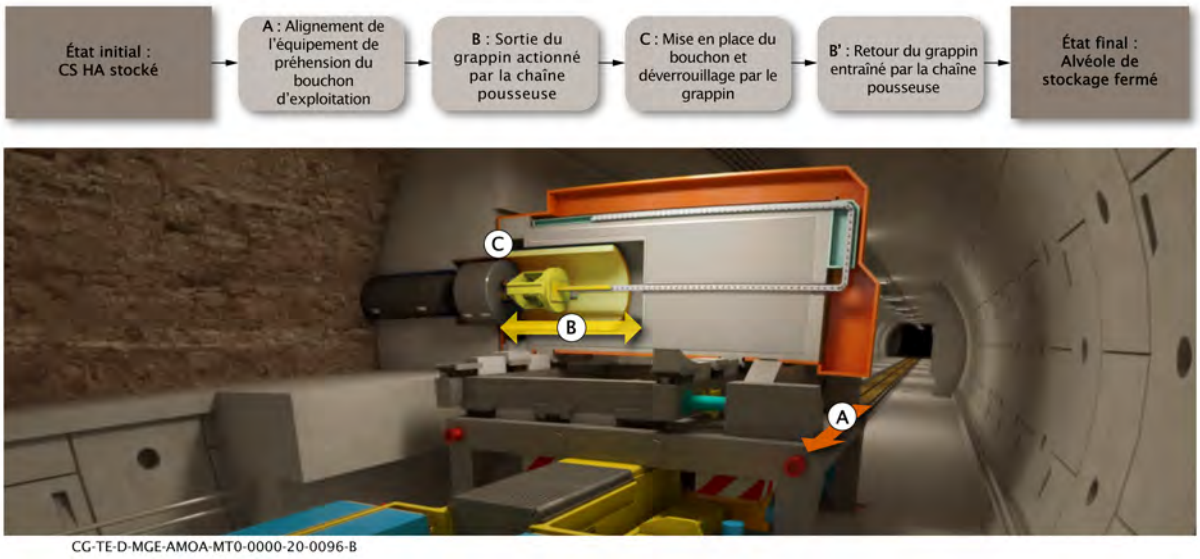


Figure 7-29 Illustration du process de fermeture de l'alvéole HA (vue en écorché)

Après l'obturation de l'alvéole (avec le bouchon d'exploitation), la hotte se réaligne puis se désaccoste. Ainsi la hotte est en position de transfert. La navette retire l'alimentation électrique qui n'est plus nécessaire ensuite (cf. Figure 7-30).

Le transfert de la hotte vers la galerie de liaison est réalisé par la navette. Cette dernière se déplace ensuite dans la galerie d'accès.

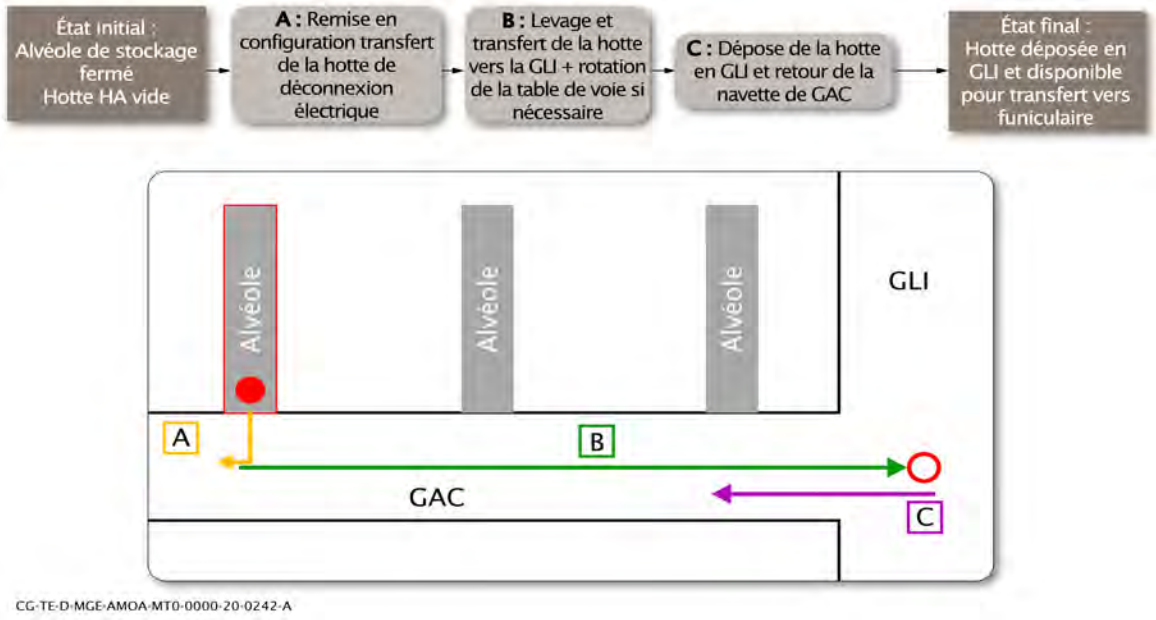


Figure 7-30 Schéma du process de transfert de la hotte vide vers la galerie de liaison (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès)

7.1.3.7 Le transfert du colis de stockage vers sa position de stockage

Le robot pousseur est disposé en fond des galeries d'accès. La navette transfère le robot pousseur devant l'alvéole. Après dépose du robot sur les platines présentes au sol, la navette connecte électriquement le robot (cf. Figure 7-31).

Le robot pousseur s'aligne et s'accoste comme la hotte de transfert HA contre la façade d'accostage.

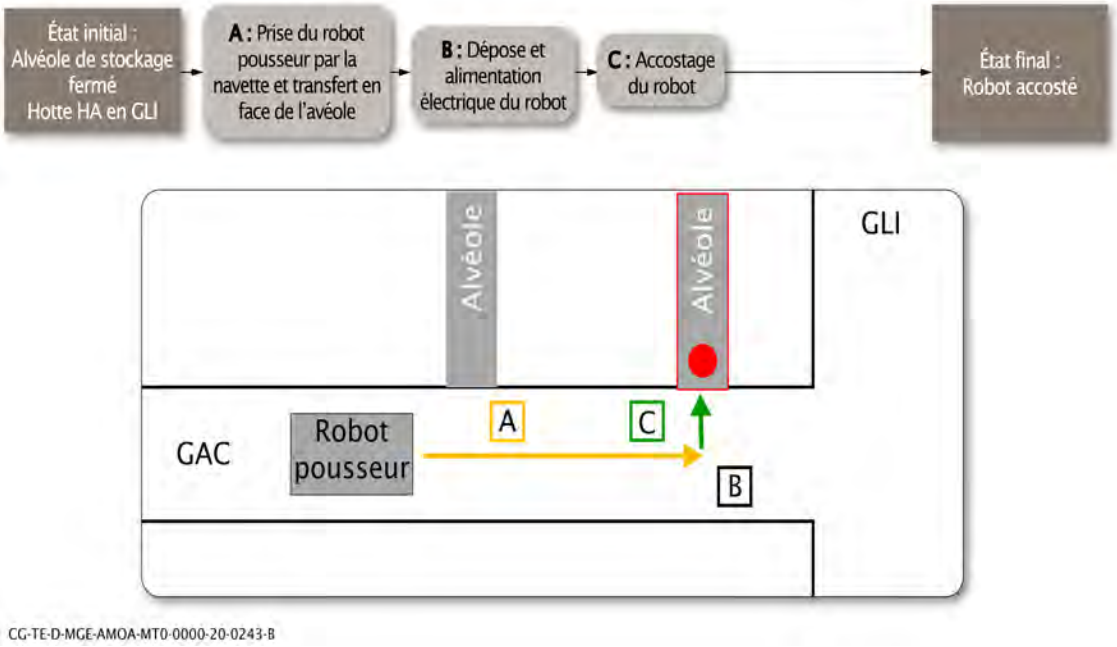


Figure 7-31 *Schéma du process de transfert et d'accostage du robot pousseur (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès)*

L'alvéole étant fermé par le bouchon d'exploitation, le robot pousseur va réaliser l'ouverture de l'alvéole. Tout comme la hotte de transfert HA, le robot pousseur aligne le fourreau (fixe) de prise du bouchon avec l'alvéole.

Le robot pousseur ouvre l'alvéole avec uniquement un grappin qui avance, verrouille le bouchon et recule dans son logement (cf. Figure 7-32).

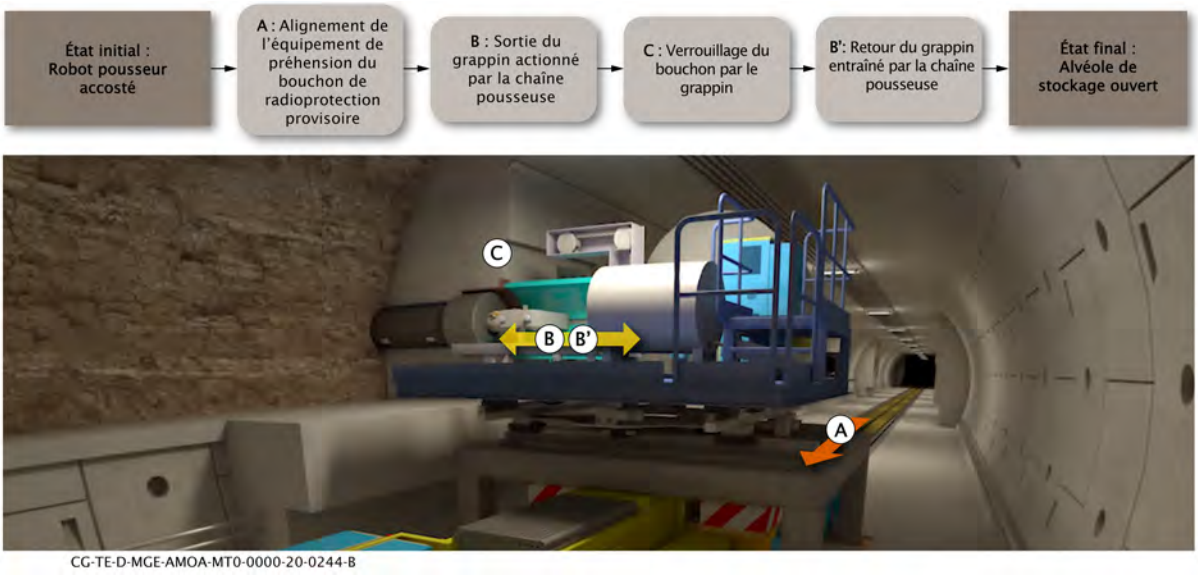


Figure 7-32 *Schématisation du process d'ouverture des alvéoles de stockage HA par le robot pousseur (vue en écorché)*

Le colis est poussé au sein de l'alvéole à l'aide d'un pousseur relié au robot par un ombilical, dont la mesure permet de maîtriser la position du colis dans l'alvéole (cf. Figure 7-33).

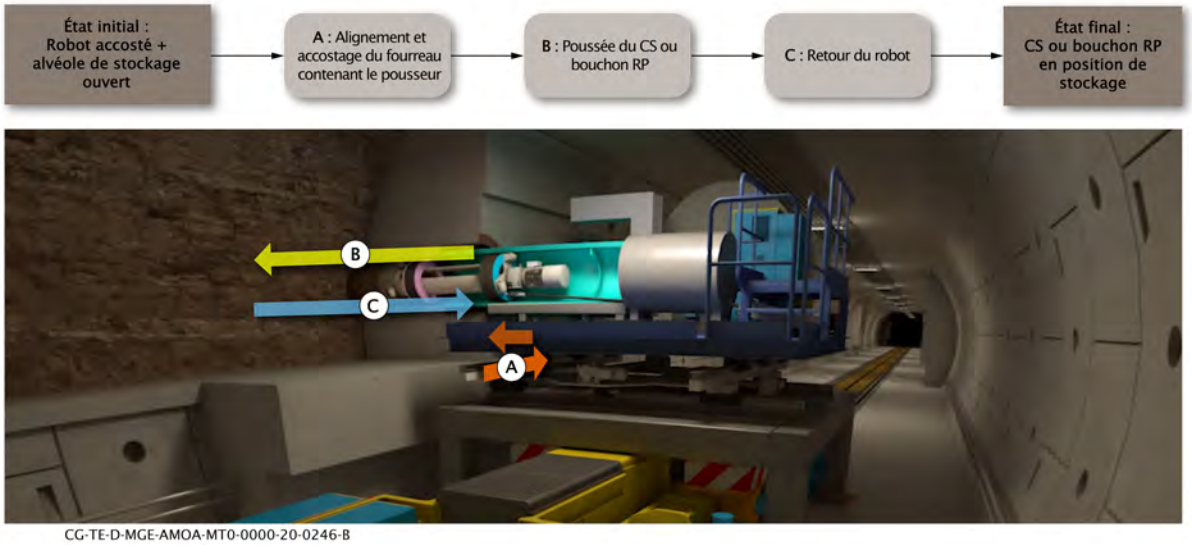


Figure 7-33 *Schématisation du process de poussée du colis de stockage dans l'alvéole de stockage HA (vue en écorché)*

Avant de pouvoir déplacer à nouveau le robot pousseur, l'alvéole est refermé avec le bouchon d'exploitation. Le robot aligne la chambre comprenant le bouchon puis avance le grappin tenant le bouchon d'exploitation. Après positionnement du bouchon, celui-ci est libéré par le grappin et le grappin revient dans le robot pousseur (cf. Figure 7-34).

L'alvéole est fermé, le robot peut être désaccosté.

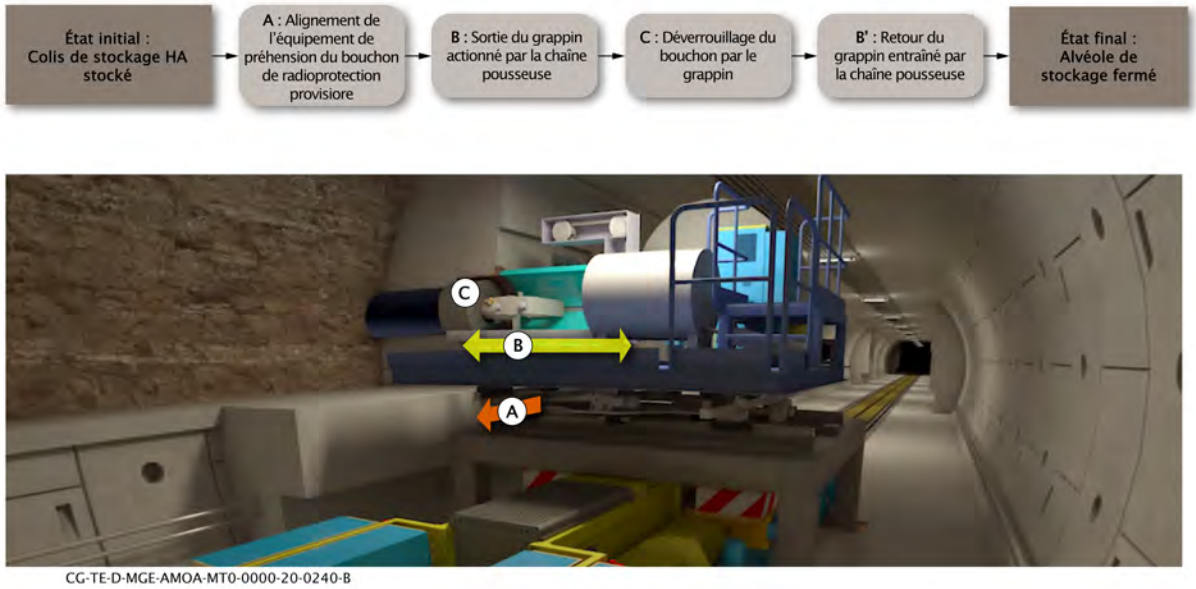


Figure 7-34 *Schématisation du process de fermeture de l'alvéole de stockage HA par le robot pousseur (vue en écorché)*

Après fermeture de l'alvéole, le robot se réaligne puis se désaccoste. Ainsi le robot est en position de transfert. La navette retire l'alimentation électrique qui n'est plus nécessaire (cf. Figure 7-35).

Le transfert du robot vers la position de garage est réalisé par la navette.

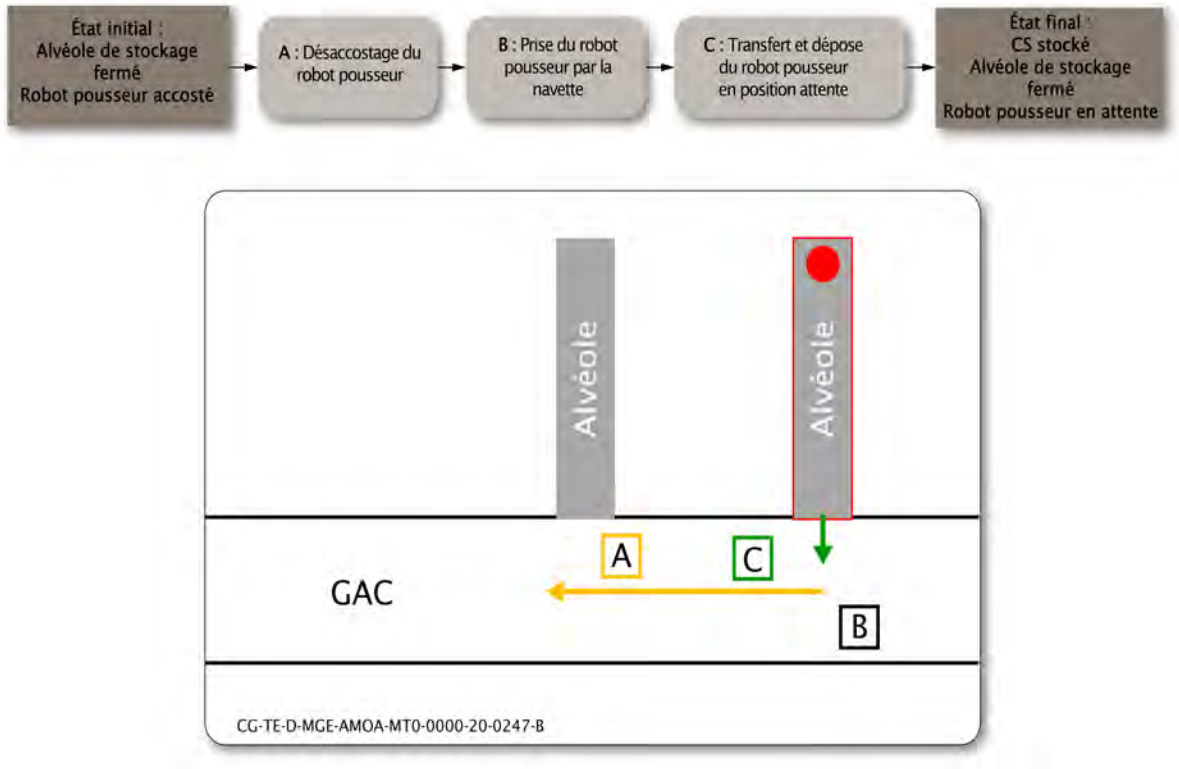


Figure 7-35 *Schématisation du process de retour en position de garage du robot pousseur en galerie d'accès (GAC)*

7.1.3.8 Les opérations de retrait d'exploitation

Le retrait d'un colis en exploitation suit un processus inversé par rapport à celui décrit dans le chapitre précédent à la différence que le colis se situant déjà dans sa position de stockage, c'est le robot de retrait qui est utilisé pour extraire le colis de déchets HA.

7.1.3.9 La surveillance du quartier pilote HA et de ses alvéoles

Comme pour toute INB, la surveillance de l'installation consiste en la mesure systématique continue ou périodique d'un certain nombre de grandeurs permettant de contrôler le fonctionnement et la sûreté de l'installation, dès sa construction et durant toute son exploitation. Elle vise à :

- vérifier que l'installation reste dans le domaine de fonctionnement ;
- identifier les dérives éventuelles de fonctionnement de l'installation, susceptibles d'amener l'installation hors de ce domaine en l'absence de mesures correctives, avant que l'installation ne sorte de son domaine de fonctionnement normal ;
- vérifier la capacité de retrait des colis.

7.1.3.9.1 La surveillance dans les galeries du quartier pilote HA

Cette surveillance porte principalement sur le suivi de la convergence du milieu géologique, des déformations du génie civil, de la température, de l'atmosphère interne et de l'évolution THM du massif. À ce stade, cette surveillance se traduit au niveau du quartier pilote HA par l'instrumentation d'un certain nombre de sections de galerie (pour mesure de la déformation et de la convergence de la roche, de la déformation des éléments de béton préfabriqué ou coffré, de la température, de la pression interstitielle dans la roche).

7.1.3.9.2 La surveillance dans les alvéoles

La surveillance dans les alvéoles de stockage porte principalement sur leur évolution thermique ainsi que sur le suivi de la composition de leur atmosphère interne.

Par ailleurs, il est fait le choix de déporter autant que possible la surveillance des alvéoles de stockage HA dans des alvéoles témoins. Ces ouvrages évoluent dans des conditions représentatives de celles dans lesquelles évoluent les alvéoles de stockage (même environnement thermique, etc.). Trois alvéoles témoins sont ainsi réalisés dans le quartier pilote : ils permettent de surveiller l'évolution des alvéoles de stockage pendant l'exploitation du quartier.

Les trois alvéoles témoins sont positionnés au sein du quartier pilote HA (cf. Figure 7-36). Ils permettent de suivre respectivement la déformation du chemisage par campagne de mesures tridimensionnelles, la déformation du chemisage par cannes de convergence, la corrosion des aciers des colis et du chemisage et l'atmosphère d'un alvéole. Les alvéoles témoins relatifs à la surveillance des processus de corrosion sont équipés d'échantillons représentatifs des aciers des conteneurs et du chemisage placés dans des conditions d'environnement représentatives de celles des alvéoles courants.

Les alvéoles témoins sont, comme les alvéoles courants, équipés des dispositifs de surveillance de l'atmosphère interne, de balayage et de gestion des eaux d'exhaure.

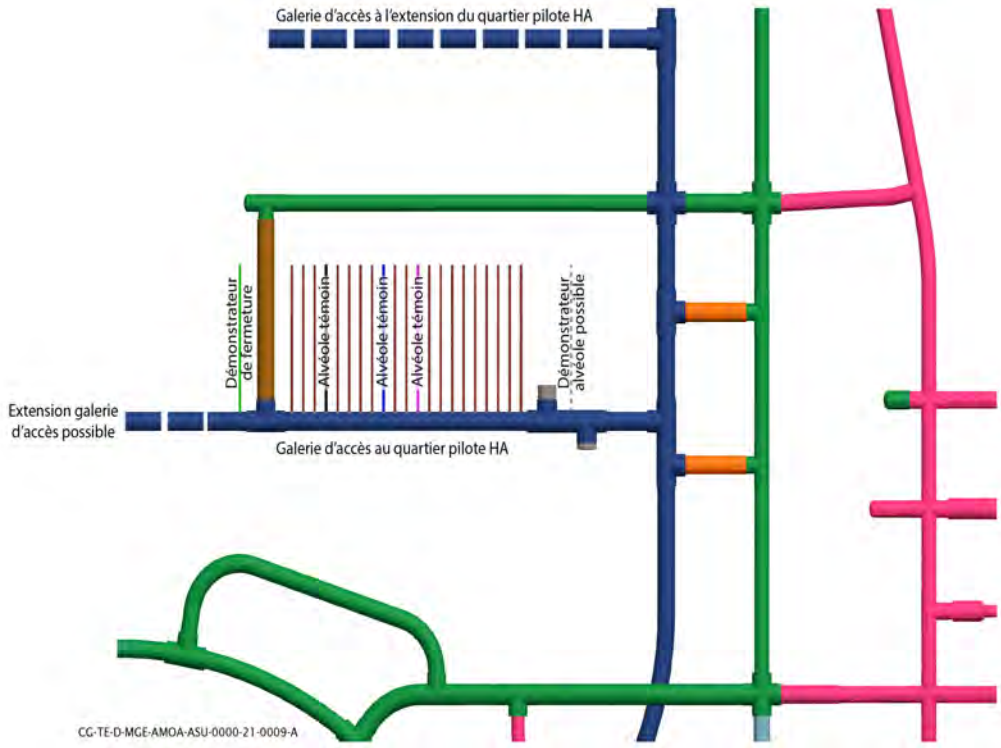


Figure 7-36 *Illustration de la localisation des alvéoles témoins dans le quartier pilote HA*

7.1.3.10 Le démonstrateur de fermeture en galerie d'accès du quartier pilote HA

Un autre alvéole a pour objet de surveiller le comportement d'un alvéole après le remblayage de la galerie d'accès (démonstrateur de fermeture). Ce démonstrateur de fermeture est positionné au fond du quartier, volontairement isolé au-delà de la recoupe technique et évacuation/secours (entre la galerie d'accès et la galerie d'évacuation/secours du quartier pilote HA), au niveau de la partie de la galerie d'accès prévue pour servir de démonstrateur de fermeture de galerie d'accès sans perturber la circulation dans le quartier.

Cet alvéole est amené au niveau 3 de fermeture avec remblayage d'un premier tronçon de la galerie d'accès, une fois l'exploitation du quartier pilote HA sera terminée (cf. Figure 7-36).

Ce démonstrateur est équipé des dispositifs permettant de suivre l'évolution des conditions d'environnement.

7.1.4 Le maintien de l'alvéole en exploitation

Après la mise en place des colis de stockage, l'obturation de la tête d'alvéole de stockage HA prévoit la mise en place d'un bouchon de fermeture d'alvéole placé en tête d'alvéole, entre la galerie d'accès et les colis de stockage.

À ce stade de la conception, le bouchon de fermeture est constitué d'éléments préfabriqués sous forme de conteneurs métalliques de faible épaisseur, à ouverture différée et remplis d'un matériau argileux gonflant (cf. Figure 7-37).

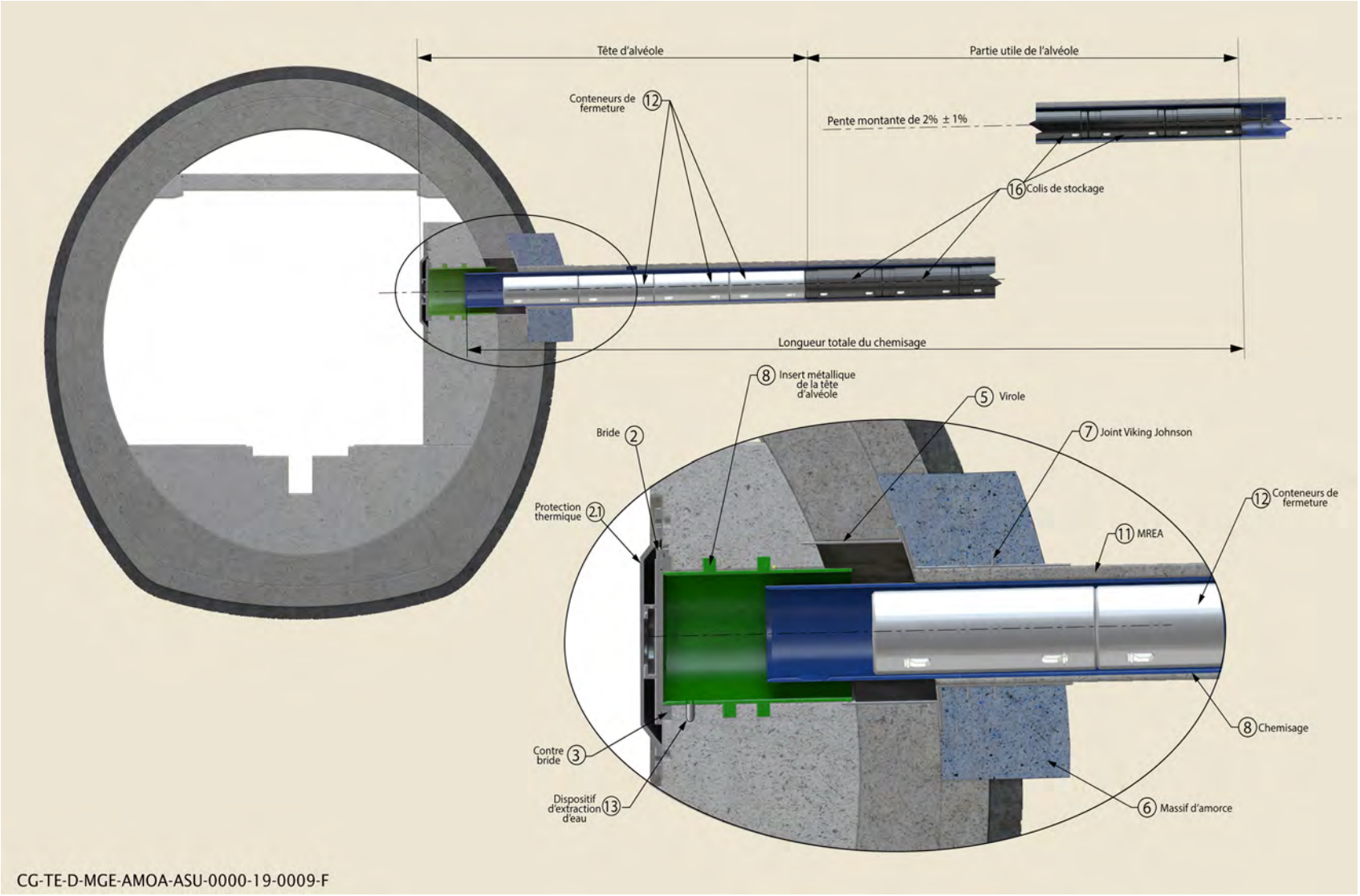


Figure 7-37 *Illustration d'un alvéole de stockage HA après mise en place du bouchon de fermeture (dispositif de prélèvement et de balayage interne à l'alvéole de stockage non représenté)*

Les dimensions externes et les interfaces de chaque élément préfabriqué avec les autres composants de l'alvéole et avec les moyens de manutention sont semblables à celles d'un conteneur de stockage. Afin d'assurer sa fonction de radioprotection, le conteneur de fermeture placé immédiatement à proximité des colis intègre un fond plus épais pour atténuer le débit de dose (23).

Les quatre éléments préfabriqués constituant le bouchon de fermeture sont transférés depuis la surface et mis en place dans le chemisage de la tête d'alvéole HA avec les moyens de manutention utilisés pour le transfert et la mise en place des colis de stockage en alvéole.

Ce système d'obturation :

- permet de ne plus avoir à intervenir dans l'alvéole ultérieurement, sauf en cas de décision de retrait de colis de stockage de l'alvéole ;
- favorise un remplissage plus homogène de la tête de l'alvéole ;
- facilite la récupérabilité éventuelle des colis de stockage (éléments préfabriqués facilement récupérables) ;
- place plus rapidement l'alvéole dans un état compatible avec l'après-fermeture (sûreté passive), sans nécessité d'intervention ultérieure ;
- limite les impacts sur l'exploitation :
  - ✓ utilisation des moyens de manutention des colis de stockage HA en surface et en souterrain pour la mise en place du bouchon de fermeture ;
  - ✓ opérations de fermeture simplifiées et facilement contrôlables ;
  - ✓ mise en place automatisée du bouchon de fermeture.

Le maintien en exploitation de l'alvéole se traduit notamment par le maintien de la fonction d'extraction des eaux d'exhaure ainsi que la fonction de gestion de l'atmosphère de l'alvéole. À l'issue du remplissage d'un quartier, celui-ci peut être mis en attente (aussi dit « sous cocon »).

La mise sous cocon consiste à arrêter les opérations de maintenance sur les équipements spécifiques aux process nucléaire et à retirer les robots et navettes HA.

Les éléments concernés par la « mise sous cocon » sont tous les équipements :

- servant au process de mise en stockage ;
- nécessitant une maintenance avant le début de la phase de fermeture.

Les éléments exclus de la « mise sous cocon » sont tous les équipements :

- permettant le bon fonctionnement de la ventilation ;
- assurant la sûreté ou la sécurité de l'installation ;
- dont la remise en service nécessiterait trop de temps en cas d'opération de récupérabilité.

La ventilation du quartier reste fonctionnelle mais elle pourra toutefois être arrêtée en raison de contraintes d'exploitation.

7.1.5 L'opération de fermeture de l'alvéole HA

L'obturation des alvéoles HA, le bouchon de fermeture ayant déjà été mis en place, consiste à retirer les systèmes de gestion de l'atmosphère interne de l'alvéole HA et à fermer les dispositifs de drainage des eaux d'exhaure. La bride d'exploitation reste en place.

La protection thermique de la bride mise en place pendant l'exploitation permet d'assurer la protection lors des travaux de remblayage afin de préserver la bride pour les éventuelles opérations de réouverture.

La phase suivante consiste à démonter tous les éléments présents dans les galeries d'accès, galerie évacuations/secours (pour le quartier pilote HA) et les recoupes, puis de procéder au remblayage de l'ensemble de ces galeries. Celui-ci peut débuter en commençant par le fond de la galerie d'accès et en finissant vers la galerie de liaison.

Cette phase ne peut être réalisée que lorsque tous les alvéoles du quartier pilote HA sont remplis.

7.2 Le quartier de stockage HA

7.2.1 Les fonctions d'exploitation

Les fonctions d'exploitation du quartier de stockage HA et de ses alvéoles sont identiques à celles décrites pour le quartier pilote HA et ses alvéoles.

7.2.2 Les principes de conception et description

Le quartier de stockage HA est décomposé en quatre sous-quartiers exploités les uns après les autres dans le sens horaire, depuis le sous-quartier 1 (au sud-ouest) jusqu'au sous-quartier 4 (au sud-est). Le dimensionnement des sous-quartiers est adapté aux colis qui y sont stockés, notamment par rapport à leur catégorie de puissance thermique (colis HA1 ou HA2).

Pour respecter le principe de séparation physique entre travaux et exploitation, le déploiement est fait par sous-quartier. Chaque sous-quartier passe successivement d'une phase travaux à une phase exploitation. La galerie travaux permet de faire la liaison entre le quartier de stockage et la ZSL travaux afin de construire les différents quartiers tout en limitant la coactivité. Des sas sont installés au niveau de la galerie de liaison exploitation et de la galerie de liaison évacuation/secours (cf. Chapitre 11.4.2.11 du présent volume).

Les sous-quartiers de stockage HA sont composés de plusieurs types d'ouvrages (cf. Figure 7-38) :

- galerie de liaison exploitation ❶ ;
- galerie de liaison évacuation/secours ❷ ;
- galerie de liaison travaux ❸ ;
- recoupes exploitation entre galeries de liaison ❹ ;
- recoupes évacuation/secours local technique CFO entre galeries de liaison ❺ ;
- recoupes évacuation/secours local technique CFI entre galeries de liaison ❻ ;
- galeries d'accès ❼ ;
- recoupes évacuation/secours local technique CFO/CFI entre galeries d'accès ❽ ;
- recoupe évacuation/secours entre galeries d'accès (extrémité du quartier) ❾ ;
- alvéoles ❿ ;
- niches pour la gestion des eaux d'exhaure ⓫.

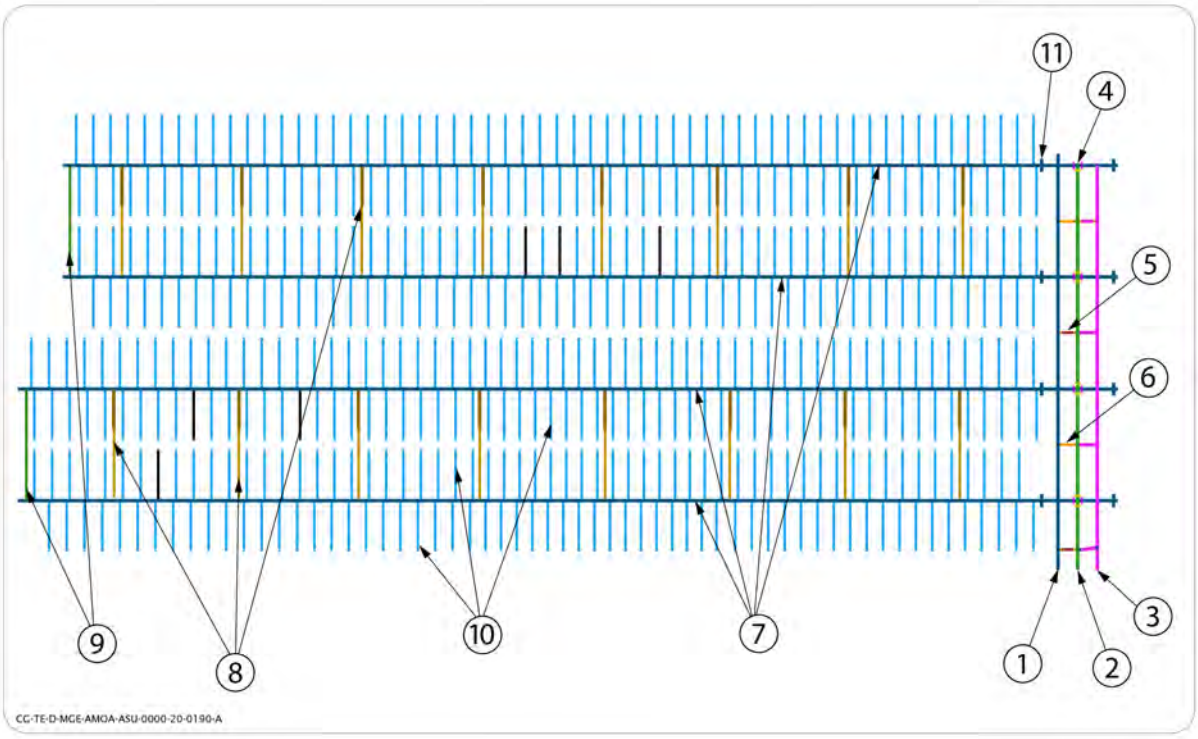


Figure 7-38 Illustration des ouvrages du quartier de stockage HA

La galerie liaison travaux est dédiée à la construction des ouvrages du quartier de stockage HA lors de son déploiement. Elle n'abrite aucune fonction d'exploitation. Cette zone est présentée dans le chapitre 10 du présent volume.

Le quartier de stockage HA comporte environ un millier d'alvéoles de stockage HA et des alvéoles témoins, répartis en quatre sous-quartiers constitués de deux galeries d'accès desservant les alvéoles de stockage.

Les différentes galeries (liaison, évacuation/secours, travaux au centre du quartier ou galeries d'accès au sein d'un sous-quartier) sont reliées par des recoupes. Ces galeries disposent, au niveau de leur raccordement, d'une porte mobile assurant la fonction de compartimentage sur détection incendie.

7.2.2.1 Le génie civil intérieur

Le quartier de stockage HA est composé :

- dans le prolongement du quartier pilote HA :
  - ✓ d'une galerie de liaison exploitation. Cette galerie accueille le chariot de transfert de la hotte jusqu'à la galerie d'accès ainsi que tous les réseaux ;
  - ✓ d'une galerie de liaison évacuation/secours. Cette galerie a pour fonction l'évacuation du personnel et la circulation des équipes d'interventions en cas de situation incidentelle ;
- de galeries d'accès. Les galeries d'accès sont très similaires à celles déjà décrites pour le quartier pilote HA et portent les mêmes fonctions ;
- de recoupes exploitation entre galeries de liaison. Ces recoupes accueillent le passage des navettes jusqu'à la galerie d'accès ainsi que certains réseaux ;
- des recoupes d'évacuation/secours local technique CFO entre galeries de liaison. Ces recoupes ont la double fonction d'héberger les équipements CFO du quartier de stockage HA et de liaison entre les galeries de liaison du quartier de manière éviter une conception en cul-de-sac de ce quartier (fonction évacuation/secours) ;

- des recoupes d'évacuation/secours local technique CFI entre galeries de liaison. Ces recoupes ont pour fonction d'héberger les équipements CFI du quartier de stockage HA ;
- des recoupes d'évacuation/secours local technique CFO/CFI entre galeries d'accès. Ces recoupes ont la double fonction d'héberger les équipements CFI du quartier de stockage HA et de liaison entre les galeries d'accès du quartier de manière éviter une conception en cul-de-sac de ce quartier (fonction d'évacuation/secours) ;
- des recoupes évacuation/secours entre galeries d'accès (extrémité du quartier). Ces recoupes ont pour fonction l'évacuation du personnel et la circulation des équipes d'interventions en cas de situation incidentelle.

7.2.2.2 Les composants et équipements des alvéoles du quartier de stockage HA

Les façades d'accostage des hottes du quartier de stockage HA prévues à ce stade sont similaires à celles du quartier pilote HA décrites au chapitre 7.1.2.3 du présent volume.

Le déploiement des alvéoles HA du quartier de stockage HA s'appuie sur des principes similaires à ceux du quartier pilote HA en retenant une longueur d'alvéole de l'ordre de 150 mètres, sans préjuger des développements futurs (intégrant le retour d'expérience de l'exploitation du quartier pilote HA et des évolutions technologiques disponibles) qui pourraient être mises en œuvre d'ici sa mise en service envisagée à l'horizon 2080.

Les équipements de gestion de l'atmosphère et de production d'azote sont, à ce stade, similaires à ceux du quartier pilote HA (cf. Chapitre 7.1.2.5 du présent volume).

D'autres solutions techniques pourraient être envisagées au regard, notamment du retour d'expérience qui sera acquis sur le quartier pilote HA. En effet, en raison de la différence de temporalité entre la construction et l'exploitation du quartier pilote HA, la construction du quartier de stockage HA disposera d'un retour d'expérience conséquent du quartier pilote HA de plusieurs décennies permettant une adaptation de la solution technique retenue *in fine* pour le quartier de stockage HA.

Les eaux d'exhaure issues de chaque alvéole HA du quartier de stockage HA sont recueillies gravitairement vers les niches d'exhaure dans deux cuves permettant de réaliser un stockage tampon des eaux d'exhaure collectées (cf. Figure 7-39).

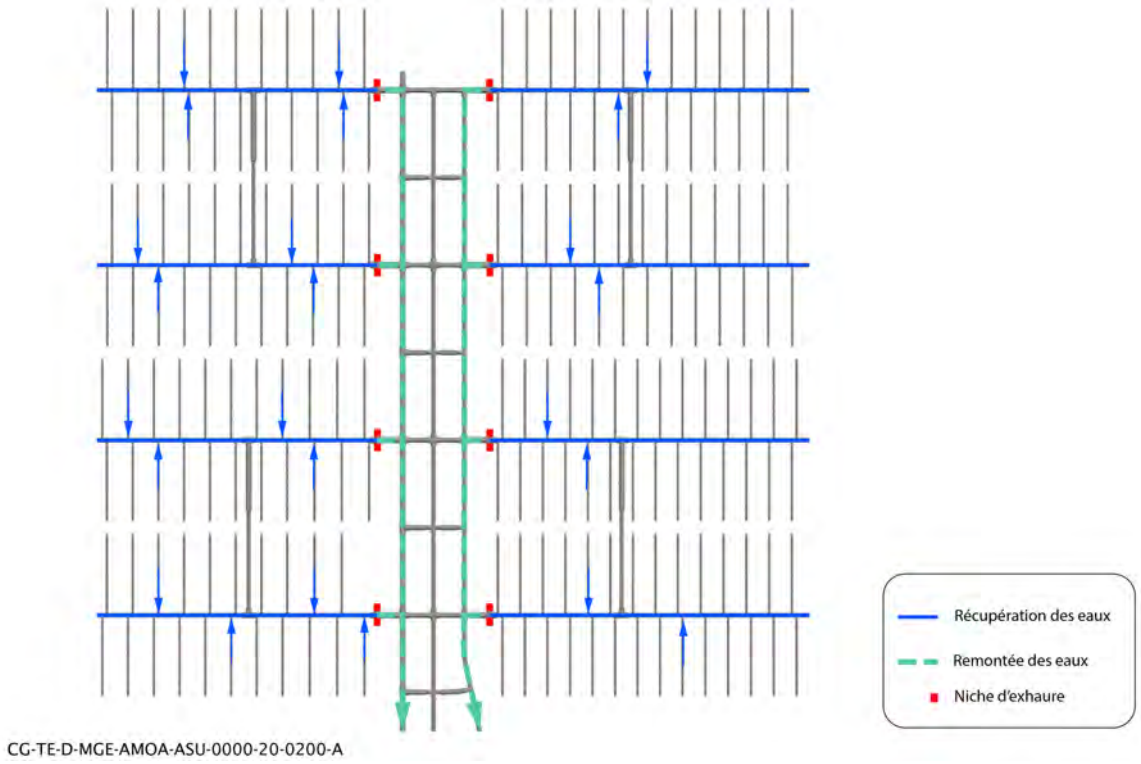


Figure 7-39 *Schéma de principe de la gestion des eaux d'exhaure du quartier de stockage HA (sous quartiers tronqués dans leur longueur)*

La gestion des déchets induits est similaire et suit le même parcours que celui pour le quartier pilote HA.

Les navettes utilisées dans le quartier de stockage HA sont identiques à celles du quartier pilote HA.

Le robot bride et de mesures utilisé dans le quartier de stockage HA est également identique à celui du quartier pilote HA. Seule exception, contrairement au quartier pilote HA, le poste de conduite équipement du robot est utilisé en fonctionnement automatique, aucune présence humaine n'est nécessaire.

Le robot pousseur et le robot de retrait utilisés dans le quartier de stockage HA sont identiques à celui du quartier pilote HA.

Dans les alvéoles du quartier de stockage HA, selon les cas d'usage[8], les colis peuvent être stockés :

- soit au contact les uns des autres (à « touche-touche ») : dans ce cas, l'arrêt du robot pousseur est déclenché lorsqu'il arrive en butée sur le dernier colis stockés ;
- soit en intercalant un espace « vide » séparant les colis de stockage : dans ce cas, l'arrêt du robot pousseur est alors déclenché par un dispositif qui permet de maîtriser la longueur de l'espace entre deux colis.

7.2.2.3 La surveillance du quartier de stockage HA

7.2.2.3.1 La surveillance dans les galeries du quartier de stockage HA

À ce stade, le quartier de stockage HA dispose de quatre sections de surveillance spécifiques instrumentées dans les galeries d'accès (une par sous-quartier). Les voussoirs sont instrumentés afin de mesurer la déformation et la contrainte appliquée par le milieu géologique sur les voussoirs. Les principes de surveillance sont les mêmes que dans le quartier pilote HA.

[8] Les caractéristiques thermiques des colis conduit à adapter le nombre de colis par alvéole et les entraxes entre alvéoles au regard des règles de dimensionnement thermique pour optimiser l'espace de stockage.

7.2.2.3.2 La surveillance dans les alvéoles

De la même façon que pour le quartier pilote HA, des alvéoles témoins du quartier de stockage HA sont situés au sein des sous-quartier et permettent de suivre respectivement la déformation du chemisage, la corrosion des aciers des colis et du chemisage.

7.2.2.4 Le fonctionnement du quartier de stockage HA

Le fonctionnement du quartier de stockage HA est similaire à celui du quartier pilote HA, à l'exception des opérations d'ouverture des alvéoles HA.

Dans le quartier de stockage HA, le robot bride est déposé en face de l'alvéole par le chariot puis la navette, le retrait de la bride est réalisé en pilotage distant depuis la salle de conduite centralisée (SCC). Dès que la bride est chargée sur le robot, la navette transfère le robot bride en face du valet disposé à proximité de la galerie de liaison. Après dépose de la bride sur le valet, le robot bride est transféré vers la position de garage en fond de la galerie de liaison par la navette et le chariot (cf. Figure 7-40).

Pour finir, le robot pousseur est déplacé en face de l'alvéole puis dépose le bouchon d'exploitation. L'alvéole est configuré pour recevoir le premier colis.

Le robot pousseur est ensuite transféré par la navette plus loin dans la galerie d'accès pour permettre le transfert de la hotte en face de l'alvéole de stockage HA.

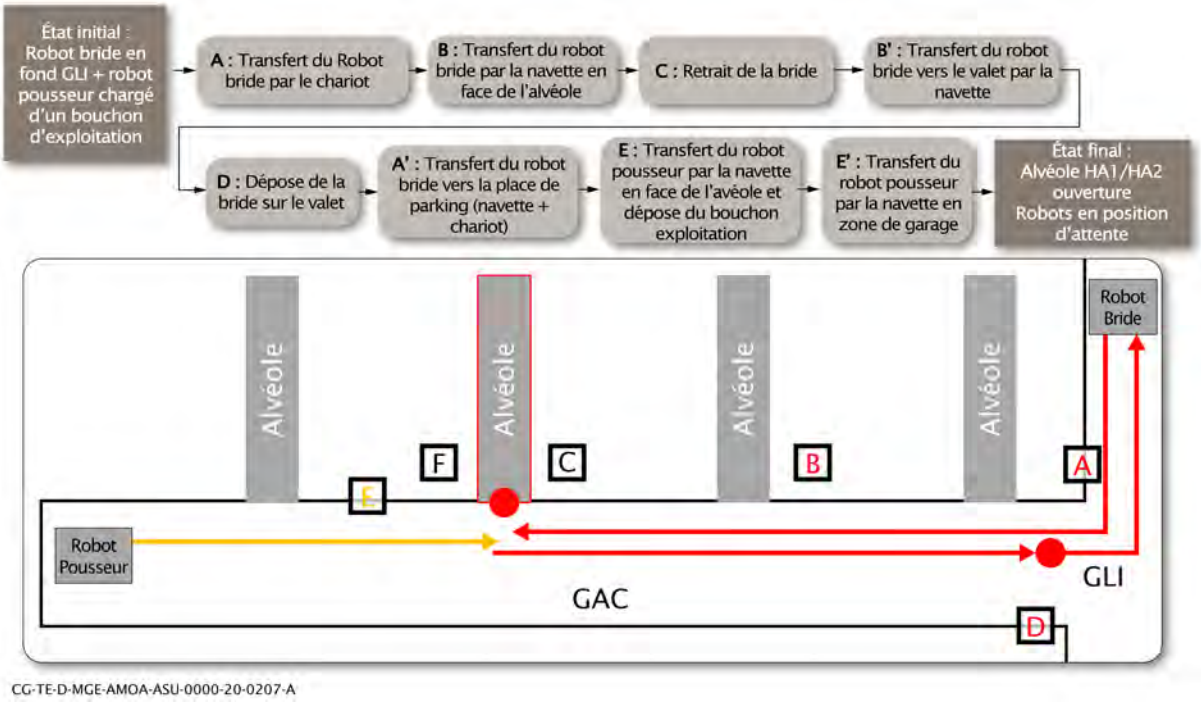


Figure 7-40 *Schématisation du process d'ouverture des alvéoles de stockage HA (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès)*

8

Les installations de surface en soutien au fonctionnement

8.1 La tête de la descenderie de service 566
8.2 Les émergences du puits de ventilation air frais exploitation (VFE) 569
8.3 Les émergences du puits ventilation air vicié exploitation (VVE) 574
8.4 Les bâtiments dédiés aux fonctions sûreté/sécurité/environnement 579
8.5 Les ouvrages du réseau de lutte contre l'incendie 583
8.6 Les centrales de secours 585
8.7 L'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe phréatique 587
8.8 Les ouvrages de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnels 587
8.9 La gestion des argilites du Callovo-Oxfordien excavé 602
8.10 Les ateliers de maintenance 607

Ce chapitre présente les installations de surface en soutien au fonctionnement de l'installation nucléaire.

8.1 La tête de la descenderie de service

La descenderie de service (cf. Chapitre 9.3 du présent volume) est utilisée pour les opérations d'évacuation et de secours ainsi que pour les opérations de maintenance. Elle possède sa propre émergence en surface dans la zone exploitation de la zone descenderie dénommée « tête de la descenderie de service » (TDS). Elle est reliée, en souterrain, à la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE). Sa localisation est précisée au travers de la figure 8-1 ci-après.

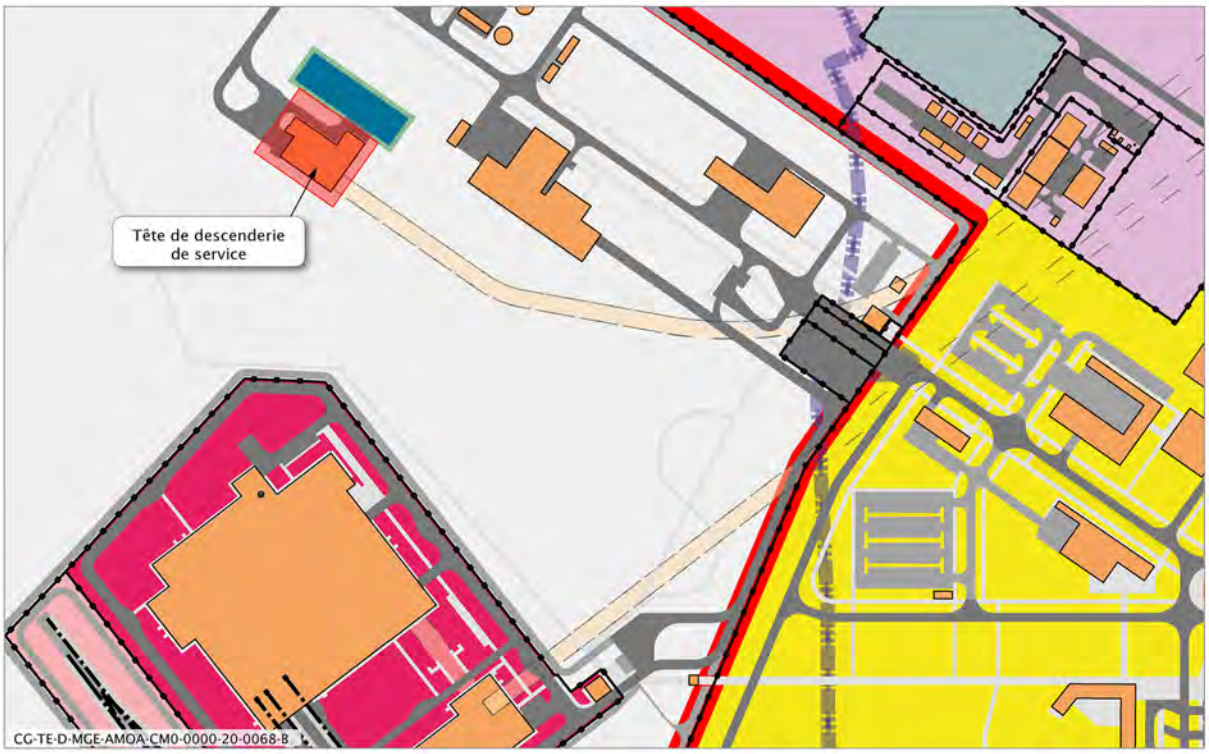


Figure 8-1 *Illustration de la localisation de la tête de la descenderie de service – zone descenderie*

8.1.1 Les fonctions d'exploitation

Les principales fonctions d'exploitation de la tête de la descenderie de service sont :

- extraire l'air de la descenderie de service. Pendant la phase d'exploitation, la ventilation des descenderies est ascendante en pleine section. Elle est assurée par extraction, depuis le plénum de ventilation (partie d'ouvrage permettant l'acheminement du flux d'air), en zone de soutien logistique (cf. Chapitre 10 du présent volume) ;
- contrôler l'accès et les flux de personnels ;
- contrôler les flux matériels/matériaux et véhicules ;
- permettre les opérations d'évacuation et de secours par un cheminement sécurisé dédié ;
- accueillir les moyens de maintenance :
  - ✓ accès à la descenderie colis *via l*es recoupes techniques ;
  - ✓ effectuer les opérations de maintenance.

Pour mémoire, la tête de la descenderie de service permet également durant la phase de construction initiale, d'évacuer les matériaux excavés provenant du creusement des ouvrages souterrains en attendant la construction des puits.

8.1.2 Les principes de conception et description

La tête de descenderie de service est un bâtiment qui comprend (cf. Figure 8-2) :

- une usine de ventilation : la ventilation de la descenderie de service est réalisée en pleine section de manière ascendante. L'usine de ventilation permet d'extraire l'air de cette liaison surface-fond à l'aide d'un extracteur dédié redondé à 100 % et ce de manière à assurer un secours et à faciliter les opérations de maintenance et de jouvence ;
- des vestiaires et une lampisterie : le personnel entrant et sortant de la descenderie de service effectue un passage par les vestiaires et la lampisterie pour s'équiper ou se déséquiper de son matériel (casque, lampe, dosimètres…) ;
- un sas entrée/sortie : le sas de gestion des entrées et sorties de la descenderie de service permet d'assurer le contrôle des flux et matériels à destination des ouvrages souterrains ainsi que le contrôle du personnel.

Figure 8-2 *Illustration en perspective de la tête de la descenderie de service - zone descenderie*

Les principes constructifs retenus pour le bâtiment et ses équipements permettent de répondre aux conditions météorologiques ou climatiques extrêmes telles que la neige, la température ainsi que l'effet direct du vent (vitesse et pression), l'impact de projectiles et l'obturation des ouvrants (débris, feuilles, branches d'arbres, etc.).

La tenue parasismique des structures et équipements (supportage, ancrages…) de l'usine de ventilation, du sas et des vestiaires/lampisterie est assurée en termes de stabilité, d'intégrité et de tenue fonctionnelle post-séisme.

Les parties enterrées du bâtiment sont équipées d'un dispositif drainant associé à une étanchéité pour canaliser les eaux de pluies absorbées par le merlon qui vient s'appuyer sur les parois du bâtiment.

Les dispositifs mis en place sont les suivants :

- une membrane d'étanchéité au contact du béton du radier ainsi que des voiles périphériques enterrés ;
- une couche de matériau drainant qui va canaliser l'eau du sol.
- des drains qui récupèrent l'eau et l'évacuent vers le réseau d'eau pluviale.

Les accès du bâtiment sont surélevés vis-à-vis des voiries et aménagements avoisinants. Des formes de pentes sont prévues pour éloigner les écoulements des eaux pluviales du bâtiment. Ces eaux sont ensuite collectées et transférées vers des bassins de rétention (qualitatifs et quantitatifs).

Il en ressort que le bâtiment est conçu avec une structure en voiles béton armé permettant de répondre à ces sollicitations.

8.1.2.1 L'usine de ventilation

L'usine de ventilation a pour rôle, en fonctionnement normal, d'extraire l'air vicié de la descenderie de service de manière ascendante. L'air frais est acheminé en pied de descenderie depuis le plénum de soufflage par l'intermédiaire d'une antenne de soufflage dédiée. La récupération de l'air vicié des ouvrages souterrains est assurée par les puits d'extraction d'air de la zone puits.

Le cas dimensionnant du réseau d'extraction d'air et des équipements associés est le désenfumage nécessaire en cas d'incendie. Un système d'extraction redondé permet d'assurer la gestion des flux d'air en mode normal et secours. Il y a donc deux « voies » d'extraction d'air, chacune composée de deux registres d'isolement amont/aval, d'un extracteur et d'un piège à son (cf. Figure 8-3).

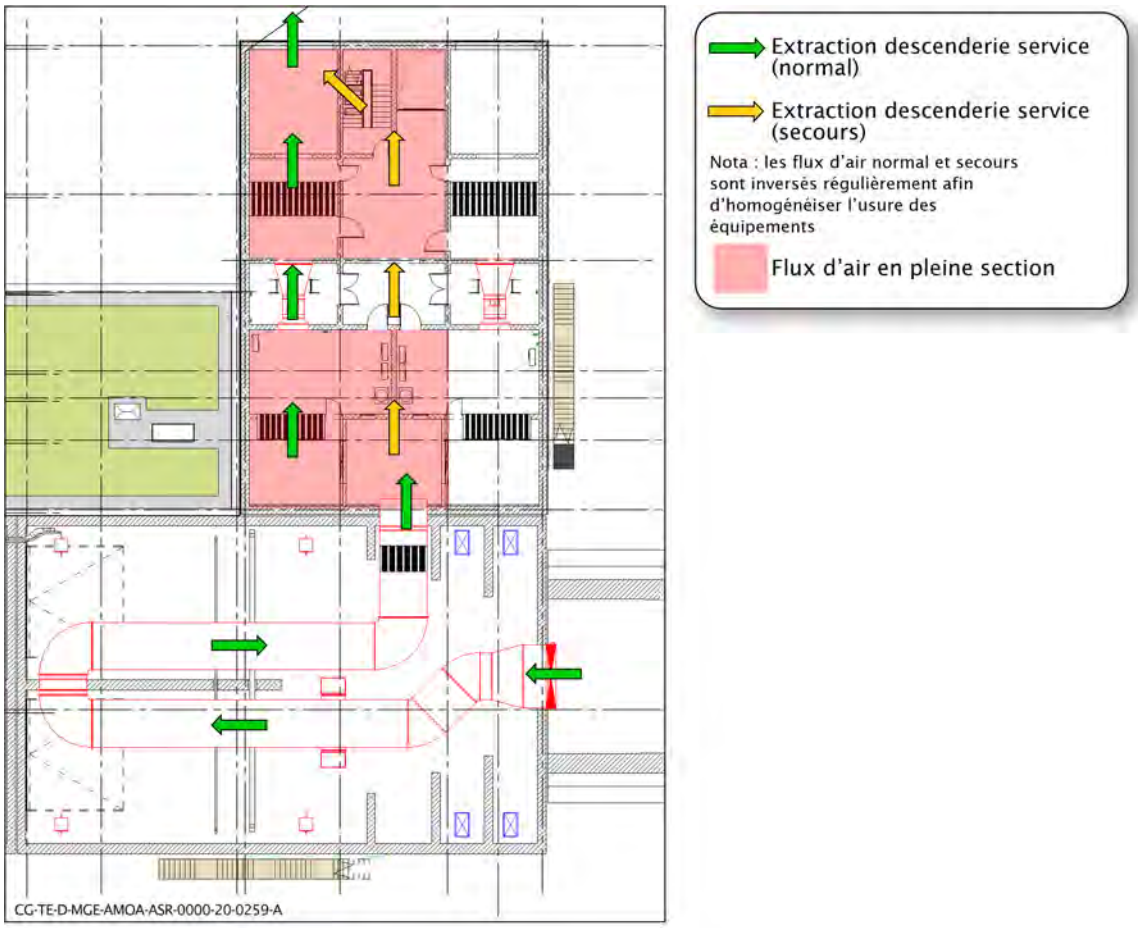


Figure 8-3 *Illustration des flux d'extraction d'air normal/secours de la descenderie de service*

8.1.2.2 Les vestiaires/lampisterie

Les espaces de la zone vestiaire/lampisterie permettent d'accueillir le personnel devant se rendre dans l'installation souterraine. Les locaux « lampisterie » permettent de prendre/déposer le matériel adéquat (casque, lampe…) et les vestiaires de s'équiper/déséquiper. Des bureaux sont aménagés pour le personnel travaillant dans le bâtiment.

8.1.2.3 Le sas entrée/sortie

Le sas de gestion des entrées et sorties de la descenderie de service doit permettre d'assurer le contrôle des personnes, des véhicules et de leur chargement avant leur accès vers les ouvrages souterrains ainsi que lors de leur sortie.

8.1.3 Le fonctionnement

Le bâtiment permet un accès sécurisé des véhicules et de leur chauffeur à la descenderie de service. Une fois le véhicule immobilisé dans le sas, le conducteur accède aux vestiaires pour prendre son matériel et regagne son véhicule pour accéder à l'installation souterraine. La sortie du véhicule et du chauffeur se fait de la même manière avec un contrôle radiologique du chauffeur en complément.

Le fonctionnement de la ventilation de la descenderie de service est décrit dans le chapitre 11.4.2 du présent volume.

8.2 Les émergences du puits de ventilation air frais exploitation (VFE)

Les émergences (ouvrages de surface) du puits de ventilation air frais (VFE) sont implantées en zone exploitation de la zone puits (cf. Figure 8-4). La description détaillée du puits ventilation air frais exploitation (liaison surface-fond) est restituée au chapitre 9.1 du présent volume.

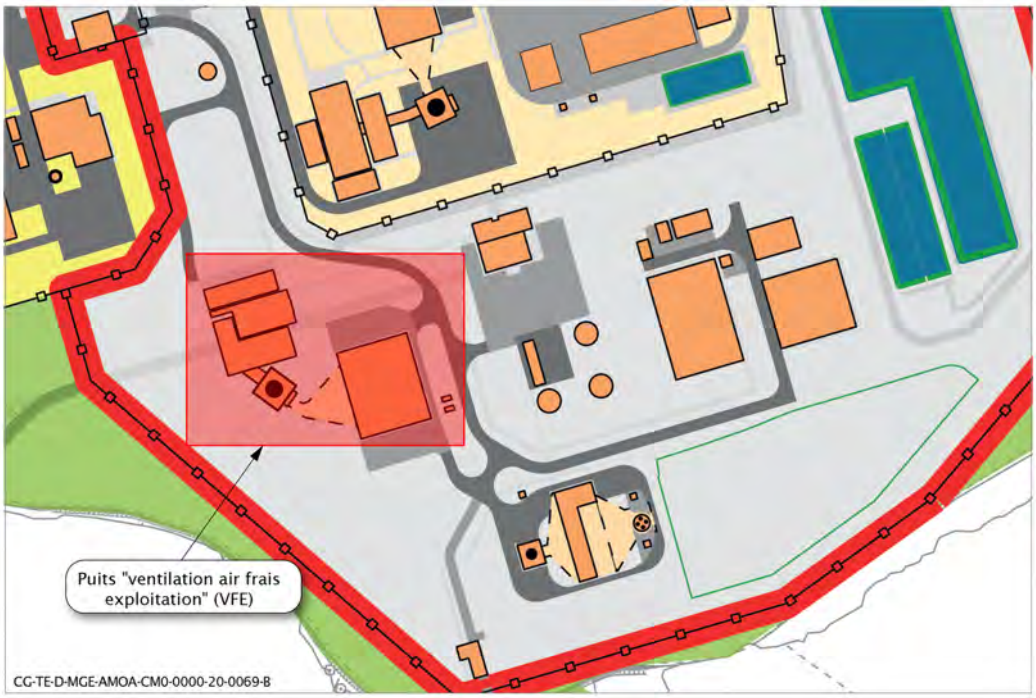


Figure 8-4 *Illustration de la localisation des émergences du puits de ventilation air frais exploitation (VFE) - zone puits*

8.2.1 Les fonctions d'exploitation

Le puits de ventilation air frais exploitation a pour fonction le transfert du personnel des installations de surface vers la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) en souterrain et l'apport d'air frais aux ouvrages souterrains à partir des unités de ventilation situées en surface.

Les fonctions d'exploitation principales des émergences de ce puits sont donc les suivantes :

- ventilation exploitation : apport d'air frais vers les ouvrages souterrains en exploitation ;
- accès personnel : flux personnel surface-fond pour l'exploitation avec une cage personnel (cabine) de 20 personnes et une cage de secours de huit personnes en cas d'incident ;
- locaux de travail personnel : accueil et contrôle du flux de personnel vers la zone exploitation en souterrain ainsi que vestiaires et équipements associés ;
- accès matériel : transfert de petit matériel en zone d'exploitation.

8.2.2 Les principes de conception et description

Les émergences du puits de ventilation air frais exploitation (VFE) sont composées (cf. Figure 8-5) :

- d'une usine de ventilation. Elle abrite les ventilateurs de soufflage ainsi que la prise d'air principale ;
- du chevalement du puits (structure positionnée au-dessus du puits). Il est situé au-dessus du puits d'air frais. Il abrite la prise d'air secondaire ;
- de vestiaires et lampisteries.

Figure 8-5 *Illustration en perspective des émergences du puits ventilation air frais exploitation (VFE)*

Les espaces extérieurs sont aménagés de façon à prévoir deux zones d'intervention nécessaires à la maintenance des ouvrages (une pour l'usine de ventilation, l'autre pour le chevalement) ainsi qu'une zone de stationnement pour une dizaine d'emplacements de stationnement (secours, maintenance, personnel).

Le chevalement du puits, l'usine de ventilation et la lampisterie sont dimensionnés aux conditions météorologiques ou climatiques extrêmes telles que la neige ou les effets des vents extrêmes et de tornade. Les principes constructifs retenus permettent notamment de répondre à l'effet direct du vent (vitesse et pression), à l'impact de projectiles et à l'obturation des ouvrants (débris, feuilles, branches d'arbres, etc.). La proximité de la lampisterie avec le chevalement nécessite le dimensionnement de cet ouvrage à des contraintes identiques. Les vestiaires sont désolidarisés et éloignés de la lampisterie afin que cet ouvrage ne soit pas considéré comme agresseur. Concernant l'obturation des prises d'air, une prise d'air secondaire est orientée à l'opposé de la prise d'air principale. Il est à noter que la prise d'air principale permet à elle seule d'assurer 100 % du débit de ventilation de soufflage. La prise d'air secondaire assure au minimum le débit nécessaire pour la ventilation des alvéoles MA-VL. En complément, il n'y a pas d'équipements importants pour la sûreté positionnés directement face à un ouvrant.

La tenue parasismique des structures et équipements (supportage, ancrages…), du chevalement du puits, de l'usine de ventilation et de la lampisterie est assurée en termes de stabilité, d'intégrité et de tenue fonctionnelle.

Afin de se prémunir du risque d'inondation externe, la partie enterrée des ouvrages est cuvelée et munie de drains périphériques, les ouvrages et notamment leurs accès sont surélevés vis-à-vis des voiries et aménagements avoisinants. Des formes de pentes sont prévues pour éloigner de ces ouvrages les écoulements des eaux pluviales. Ces eaux sont ensuite collectées et transférées vers des bassins de rétention (qualitatifs et quantitatifs).

Il en ressort que le chevalement du puits, l'usine de ventilation et la lampisterie sont conçus avec une structure en voiles béton armé permettant de répondre à ces sollicitations.

8.2.2.1 L'usine de ventilation

L'usine de ventilation (Figure 8-6 ; Figure 8-7) est un bâtiment semi-enterré abritant au niveau inférieur les ventilateurs de soufflage de l'air frais et au niveau supérieur les locaux techniques associés. L'usine de ventilation comporte plusieurs voies de ventilation séparées par des parois. Le local dédié aux ventilateurs est conçu en double hauteur et est équipé d'un pont roulant qui permet toutes les opérations de maintenance nécessaires. Des précisions complémentaires sont apportées sur le fonctionnement de la ventilation des ouvrages souterrains au travers du chapitre 11.4.2 du présent volume.

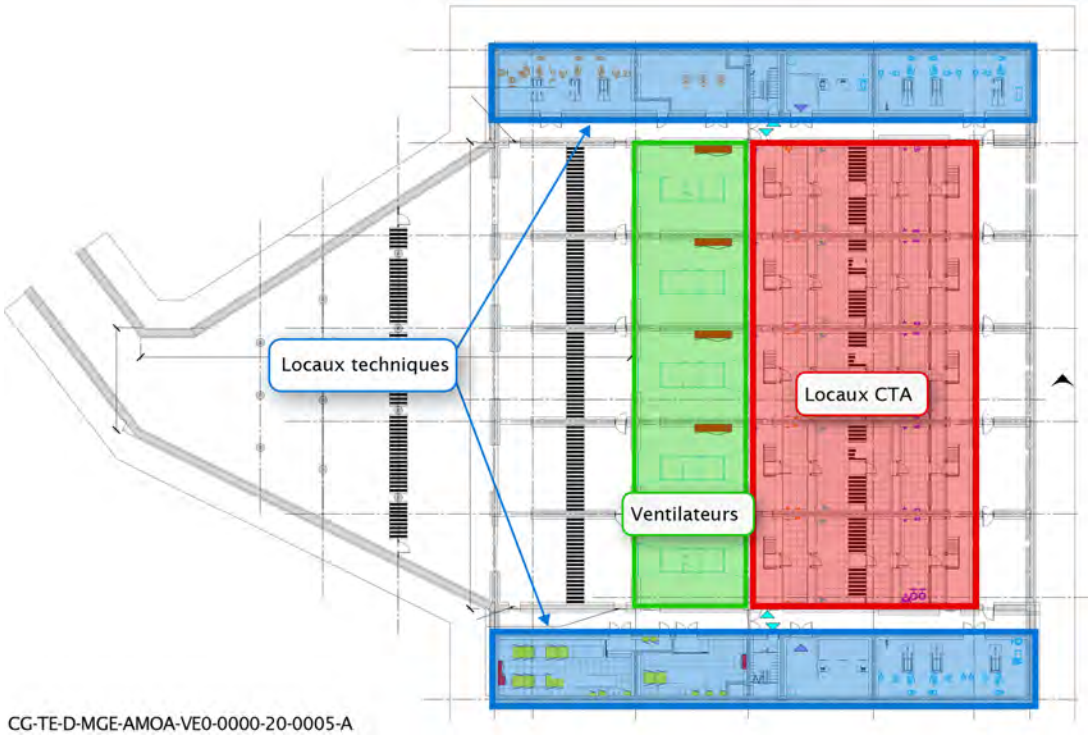


Figure 8-6 *Illustration de l'usine de ventilation du puits ventilation air frais exploitation, niveau inférieur*

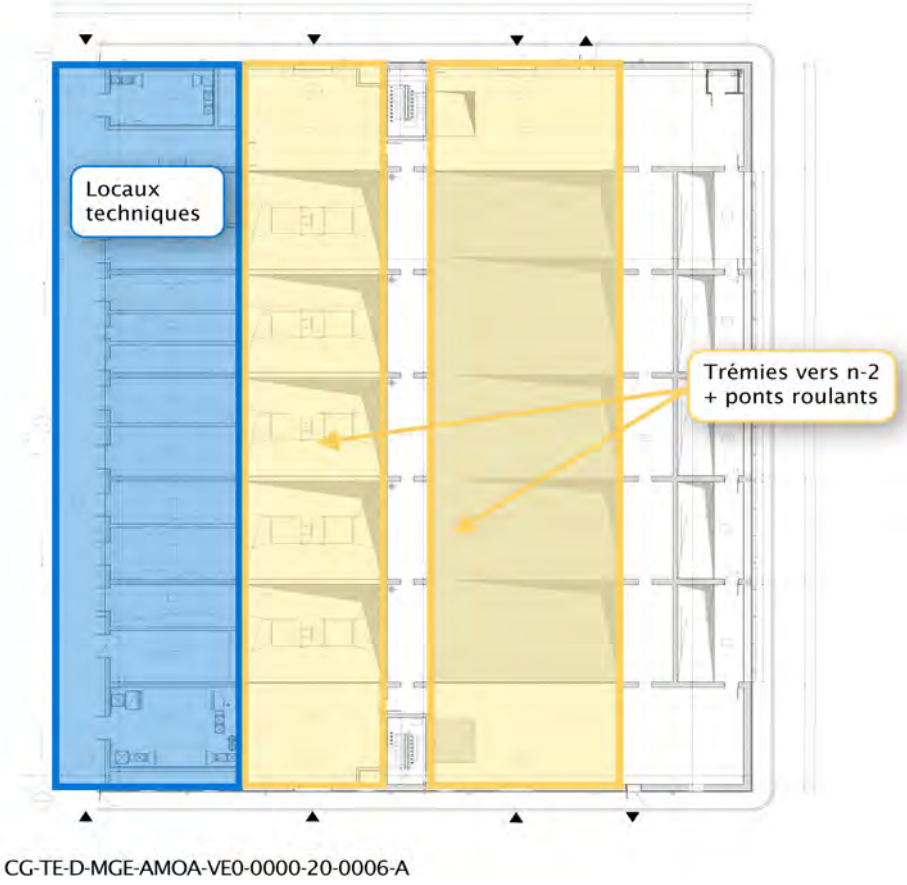


Figure 8-7 *Illustration de l'usine de ventilation du puits ventilation air frais exploitation, niveau supérieur*

8.2.2.2 Le chevalement

Le chevalement du puits (Figure 8-8) supporte les équipements de manutention (maintenance machineries…) et ses annexes techniques ainsi que les ascenseurs d'accès au fond et la cabine de contrôle associée. Un sas d'entrée et de sortie donne accès aux ascenseurs, à la zone de maintenance et à la cabine de contrôle. Un accès secondaire est prévu pour l'entrée/sortie du matériel amené sur des petits chariots par le personnel.

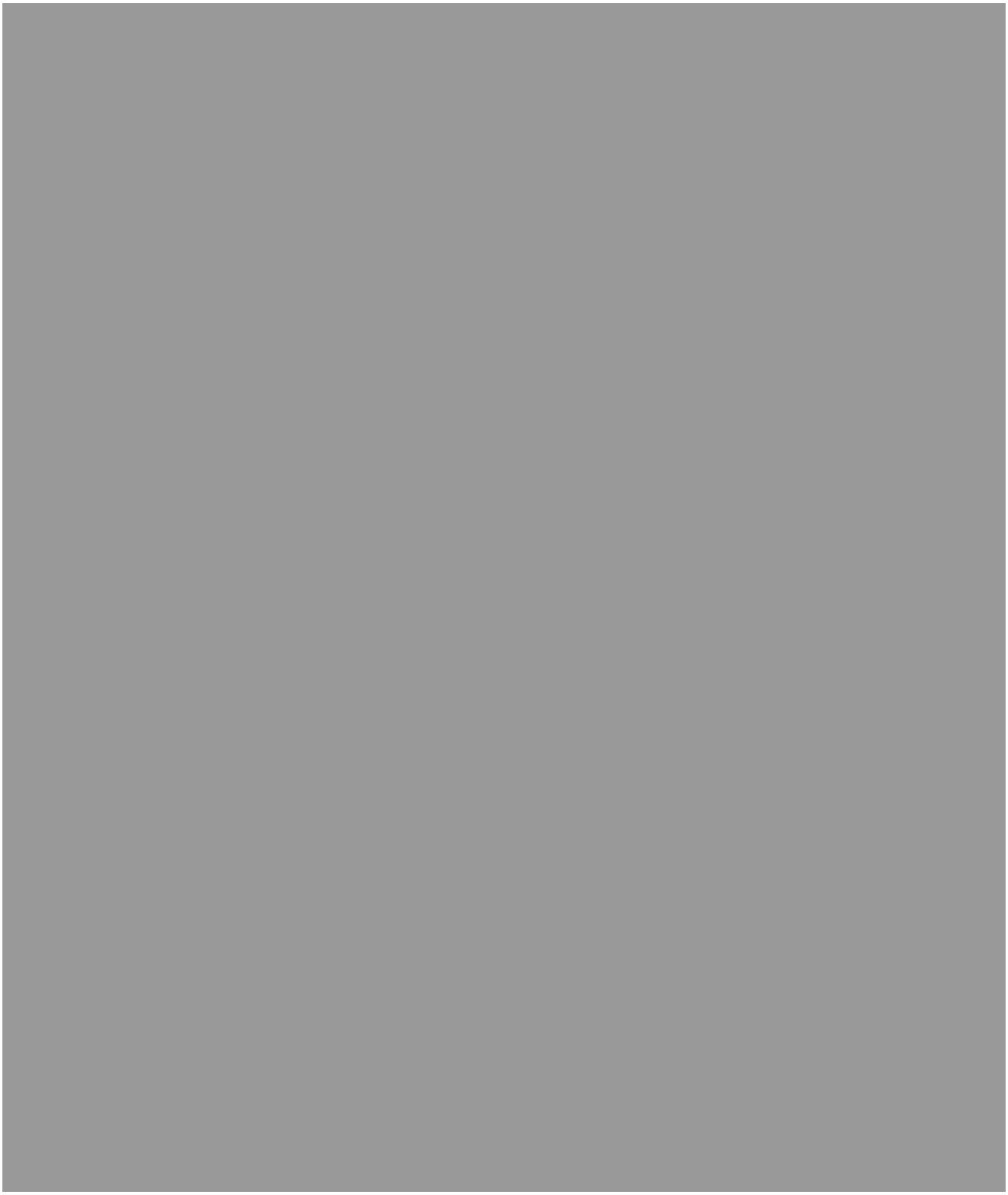


Figure 8-8 *Illustration du chevalement du puits ventilation air frais exploitation, vue en coupe*

8.2.2.3 Les vestiaires et lampisteries

Les vestiaires et lampisteries sont situés dans un bâtiment situé à proximité immédiate du chevalement du puits (Figure 8-9). Ce bâtiment est organisé en zones froides et chaudes et permet au personnel d'exploitation de s'équiper et de se déséquiper avant ou après intervention en souterrain. Le bâtiment comporte aussi des locaux annexes (bureaux, contrôle radioprotection, etc.).

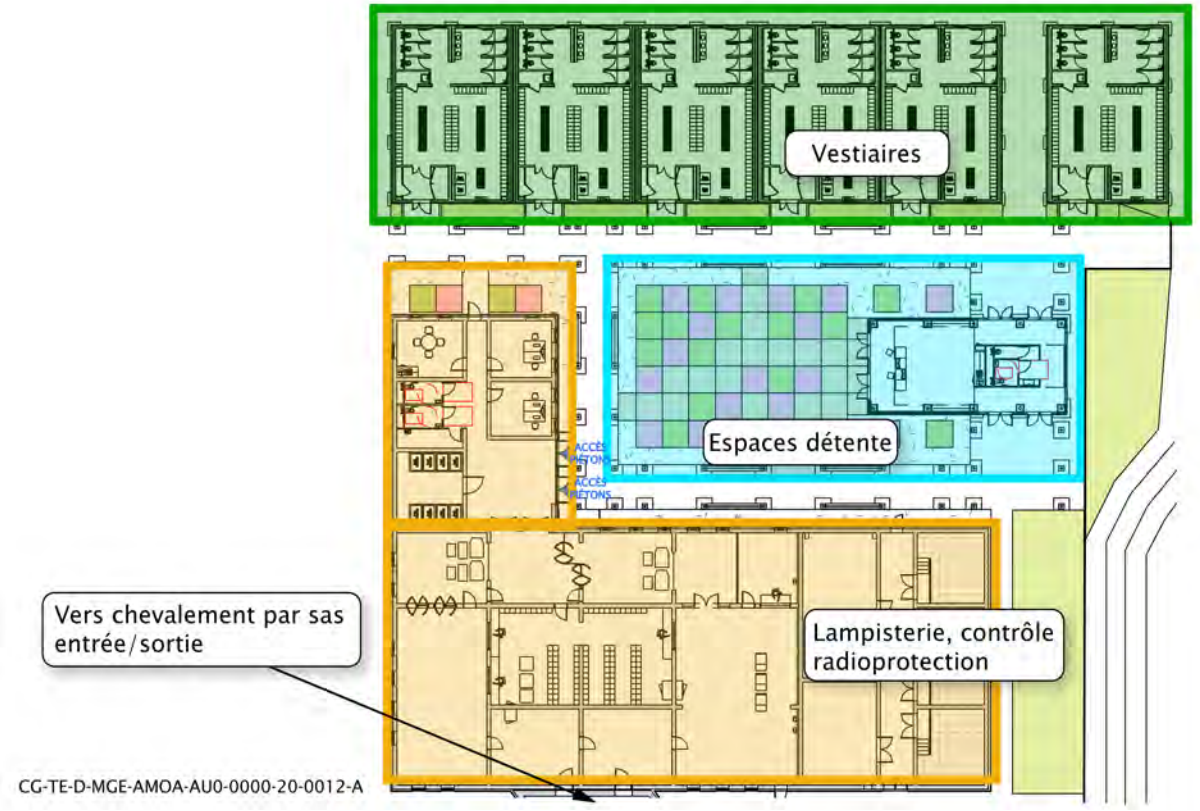


Figure 8-9 *Illustration de la localisation des vestiaires/lampisteries du puits ventilation air frais exploitation*

8.3 Les émergences du puits ventilation air vicié exploitation (VVE)

Les émergences (ouvrages de surface) du puits de ventilation air vicié (VVE) sont également implantées en zone exploitation de la zone puits (cf. Figure 8-10). La description détaillée du puits ventilation air vicié exploitation (liaison surface-fond) est restituée au chapitre 9.1 du présent volume.

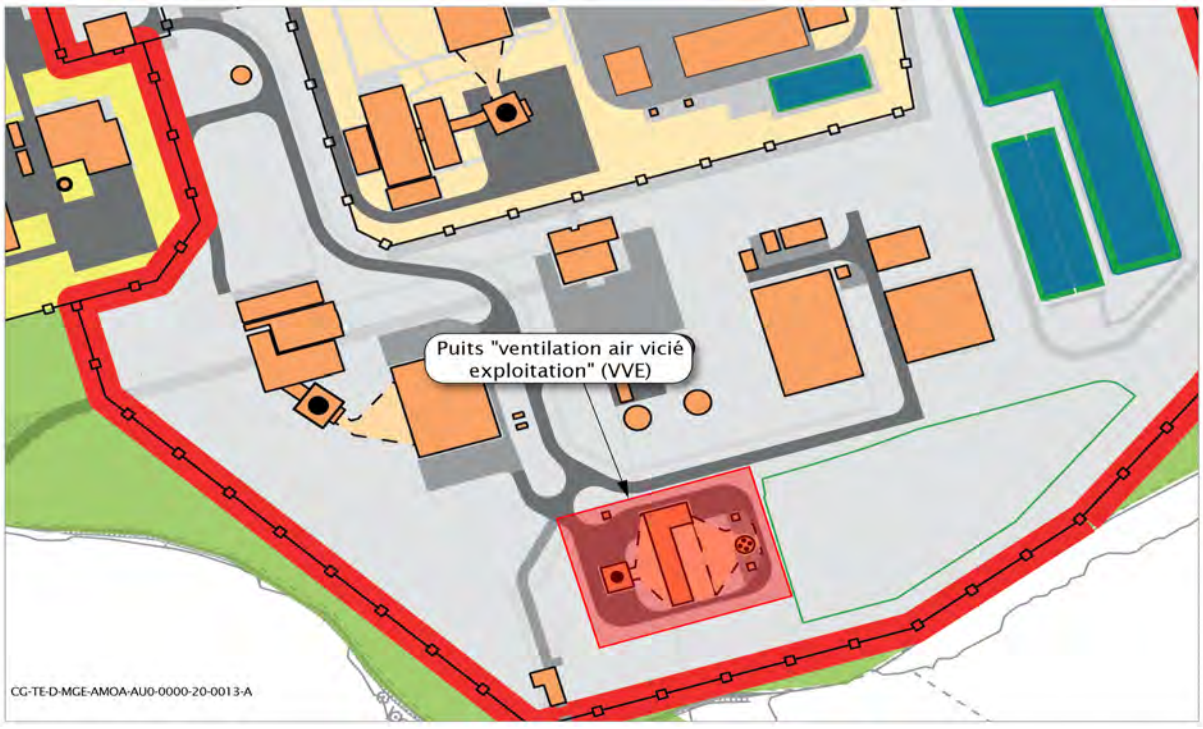


Figure 8-10 *Localisation des émergences du puits de ventilation air vicié exploitation (VVE) - zone puits*

8.3.1 Les fonctions d'exploitation

Les fonctions d'exploitation principales des émergences de ce puits sont les suivantes :

- ventilation exploitation : extraction d'air des ouvrages souterrains en exploitation ;
- gestion des rejets gazeux (cf. Chapitre 12 du présent volume) eu égard à son émissaire (cheminée).

8.3.2 Les principes de conception et description

Les émergences du puits ventilation air vicié exploitation (VVE) sont composées (cf. Figure 8-11) :

- d'une usine de ventilation ;
- de l'émergence du puits ;
- de la cheminée de rejet des effluents gazeux.

Figure 8-11 *Illustration en perspective des émergences du puits ventilation air vicié exploitation (VVE)*

Le puits ventilation air vicié exploitation doit permettre le maintien de la fonction d'évacuation des gaz de radiolyse des alvéoles MA-VL, le maintien du confinement dynamique, et la gestion des fumées en cas d'incendie en fond en cas d'agressions externes ou d'incident sur le réseau principal. L'intégrité de la structure et le bon fonctionnement des équipements de ventilation sont assurés vis-à-vis des agressions identifiées.

Pour cela l'émergence du puits, l'usine de ventilation et la cheminée de rejet sont dimensionnés aux conditions météorologiques ou climatiques extrêmes telles que la neige ou les effets des vents extrêmes et de tornade. Les principes constructifs retenus permettent de répondre à l'effet direct du vent (vitesse et pression), à l'impact de projectiles et à l'obturation des ouvrants (débris, feuilles, branches d'arbres, etc.). Il n'y aura pas d'équipements importants pour la sûreté positionnés directement face à un ouvrant.

La tenue parasismique des structures et équipements (supportage, ancrages…) de l'émergence du puits, de l'usine de ventilation et de la cheminée de rejet est assurée en termes de stabilité, d'intégrité et de tenue fonctionnelle post séisme.

Afin de se prémunir du risque d'inondation externe, la partie enterrée des ouvrages est cuvelée et munie de drains périphériques, les ouvrages et notamment leurs accès sont surélevés vis-à-vis des voiries et aménagements avoisinants. Des formes de pentes sont prévues pour éloigner de ces ouvrages les écoulements des eaux pluviales. Ces eaux sont ensuite collectées et transférées vers des bassins de rétention (qualitatifs et quantitatifs).

Il en ressort que l'émergence du puits, l'usine de ventilation et la cheminée de rejet sont conçus avec une structure en voiles béton armé permettant de répondre à ces sollicitations.

8.3.2.1 L'usine de ventilation

L'usine de ventilation (Figure 8-12) est un bâtiment semi-enterré abritant au niveau inférieur les ventilateurs d'extraction de l'air vicié, les batteries/silencieux et dans les niveaux supérieurs les locaux techniques associés et les équipements de manutention sur trémies. L'usine possède plusieurs voies d'extraction d'air séparées par des parois sur lesquelles est également appliqué un système de récupération d'énergie. Des précisions complémentaires sont apportées sur le fonctionnement de la ventilation des ouvrages souterrains au travers des chapitres 11.4.2 et 11.4.3 du présent volume.

Figure 8-12 *Illustration de l'usine de ventilation du puits ventilation air vicié exploitation niveau inférieur*

Les autres niveaux de l'usine abritent également un pont roulant pouvant se déplacer au-dessus des voies d'extraction afin de réaliser les opérations de maintenance associées (Figure 8-13).

Figure 8-13 *Illustration de l'usine de ventilation du puits ventilation air vicié exploitation, niveau intermédiaire à gauche et niveau supérieur à droite*

8.3.2.2 L'émergence du puits

L'émergence du puits comprend les équipements nécessaires à l'inspection et la maintenance du puits ventilation air vicié exploitation telle que la nacelle d'inspection mobile non permanente (déposée en dehors de la période d'utilisation). Seules des inspections du génie civil du puits sont prévues. En dehors de ces périodes d'inspections, la tête de puits est couverte d'une structure étanche.

8.3.2.3 La cheminée de rejet

La cheminée de rejet est l'exutoire de l'air vicié provenant des ouvrages souterrains en exploitation. Elle est équipée de capteurs pour le contrôle des rejets. La gestion des rejets gazeux est décrite au chapitre 12 du présent volume.

8.4 Les bâtiments dédiés aux fonctions sûreté/sécurité/environnement

8.4.1 Les fonctions d'exploitation

8.4.1.1 Le bâtiment sûreté/sécurité/environnement de la zone descenderie

Le bâtiment sûreté/sécurité/environnement (cf. Figure 8-14) a pour principales fonctions la surveillance globale des installations et le pilotage des moyens opérationnels nécessaires à la gestion des situations d'urgence.

Ces fonctions sont assurées par :

- les forces de sécurité (FdS) qui assurent les fonctions associées à la sécurité des personnes et des biens de type « pompiers » (incendie, secours à victime ou assistance à personne, secours routier, inondation…) ainsi que celles liées à la sécurisation de l'INB Cigéo ;
- le personnel dédié à la protection radiologique et la surveillance de l'environnement qui assure le contrôle radiologique du personnel et le suivi de l'environnement ;
- le personnel de conduite et d'exploitation du système de sécurité des personnes et des biens qui est assuré [redacted]

[redacted]

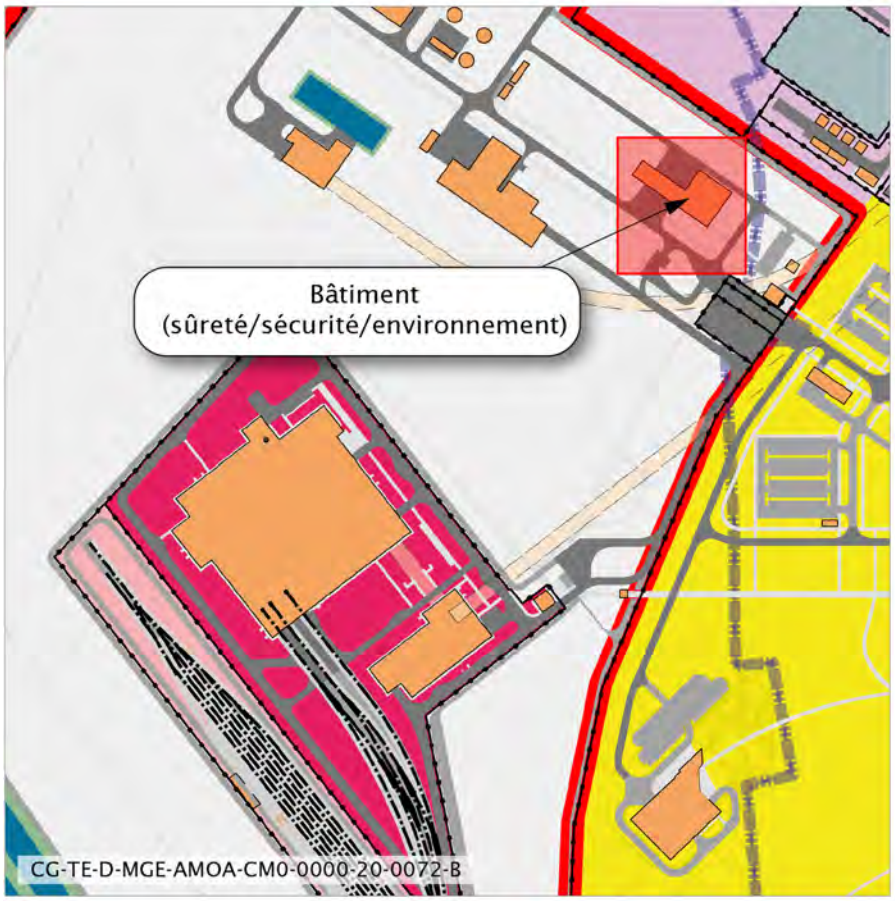


Figure 8-14 *Illustration de localisation du bâtiment sûreté/sécurité/environnement de la zone descenderie*

8.4.1.2 Le bâtiment de lutte contre l'incendie et de secours aux victimes de la zone puits

Le bâtiment de lutte incendie et de secours aux victimes de la zone puits (cf. Figure 8-15) est complémentaire aux moyens déployés par le bâtiment « sûreté/sécurité environnement » permettant de garantir une intervention au fond (installation souterraine) dans un délai de l'ordre d'une quinzaine de minutes. Ce bâtiment est un ouvrage « esclave » du bâtiment « sûreté/sécurité/environnement » de la zone descenderie. À ce titre, aucune décision ni aucun pilotage n'est possible depuis cet ouvrage.

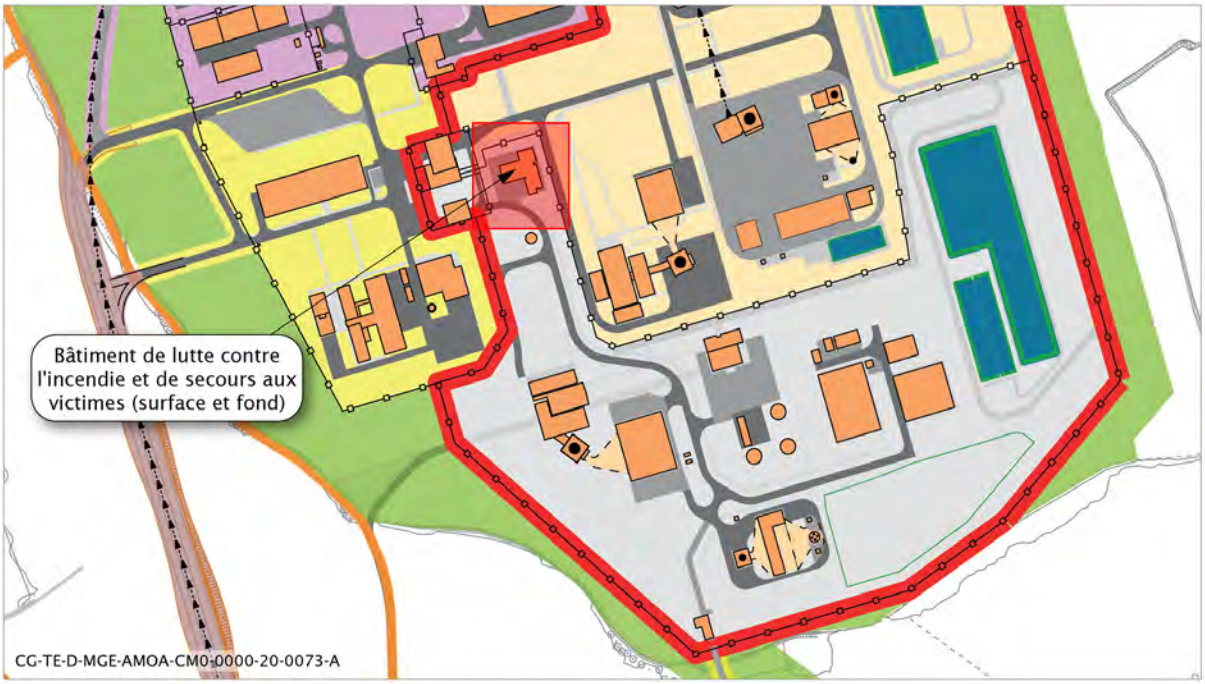


Figure 8-15 *Illustration de la localisation du bâtiment de lutte incendie et de secours aux victimes de la zone puits*

8.4.2 Le principe de conception et description

8.4.2.1 Le bâtiment sûreté/sécurité/environnement de la zone descenderie

Ce bâtiment comprend le centre opérationnel pour les forces de sécurité (FdS), les locaux dédiés à la surveillance radiologique du personnel et de l'environnement, le poste central de sécurité (PCS) et le poste de commandement et de coordination (PCC) activé en cas de gestion de situations d'urgence.

8.4.2.1.1 Le centre opérationnel pour les forces de sécurité (FdS)

Le centre opérationnel accueillant les forces de sécurité comprend :

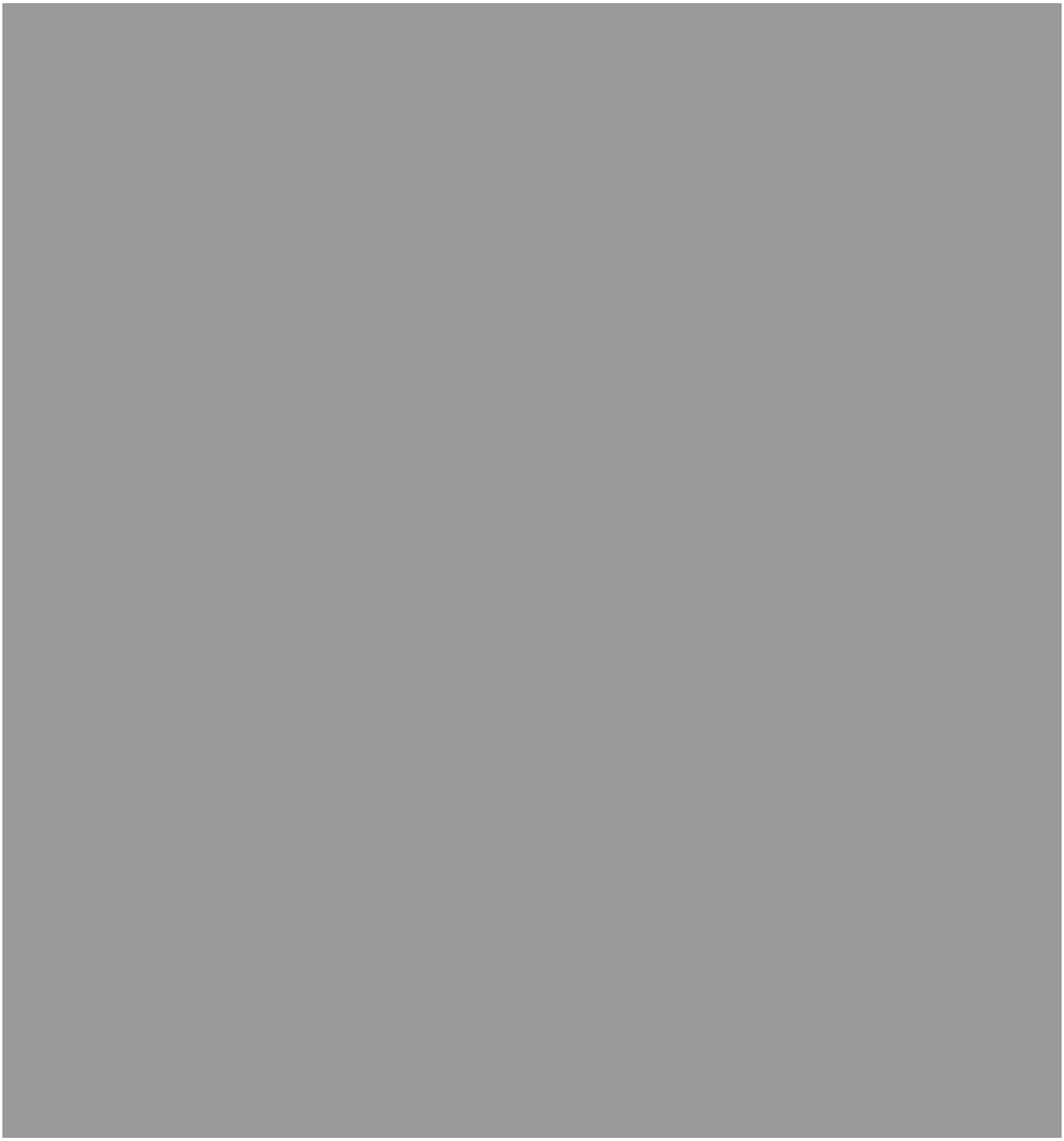
- une zone d'accueil ;
- des bureaux ;
- des zone vestiaires ;
- une salle de départ des services d'intervention équipée de bureaux. Cette salle de départ est située à proximité immédiate du garage accueillant les véhicules d'intervention.
- un hangar pour les véhicules d'intervention et le stockage de matériel ;

- une zone extérieure unique permettant , les exercices extérieurs et les manœuvres ainsi que le nettoyage des véhicules ;
- des locaux techniques ;
- une zone de stockage et de nettoyage de matériel médical.

8.4.2.1.2 Les locaux dédiés à la protection radiologique et la surveillance de l'environnement

Les locaux dédiés à la protection radiologique et la surveillance de l'environnement comprennent :

- des bureaux ;
- deux laboratoires d'analyses radiologiques et environnementales ;
- une zone vestiaires - sanitaires;
- une zone nuitée pour les personnels en astreinte ;
- des locaux techniques attenants ;
- des véhicules positionnés dans le hangar rattaché aux forces locales de sécurité précité.



8.4.2.2 Le bâtiment de lutte incendie et de secours aux victimes de la zone puits

Ce bâtiment comprend :

- une salle de départ des services d'intervention ;
- des bureaux ;
- des vestiaires et sanitaires ;
- des locaux techniques ;
- un hangar capable d'accueillir deux véhicules de lutte contre l'incendie et/ou de secours à victime.

8.5 Les ouvrages du réseau de lutte contre l'incendie

8.5.1 Les fonctions d'exploitation

La principale fonction d'exploitation des ouvrages du réseau de lutte contre l'incendie est d'assurer le stockage et l'alimentation en eau nécessaire à la mise en œuvre des systèmes d'extinction incendie. Ces ouvrages sont constitués (cf. Figure 8-17 et figure 8-18) :

- de réservoirs ;
- de pomperies ;
- du réseau de distribution général desservant les ouvrages à protéger.

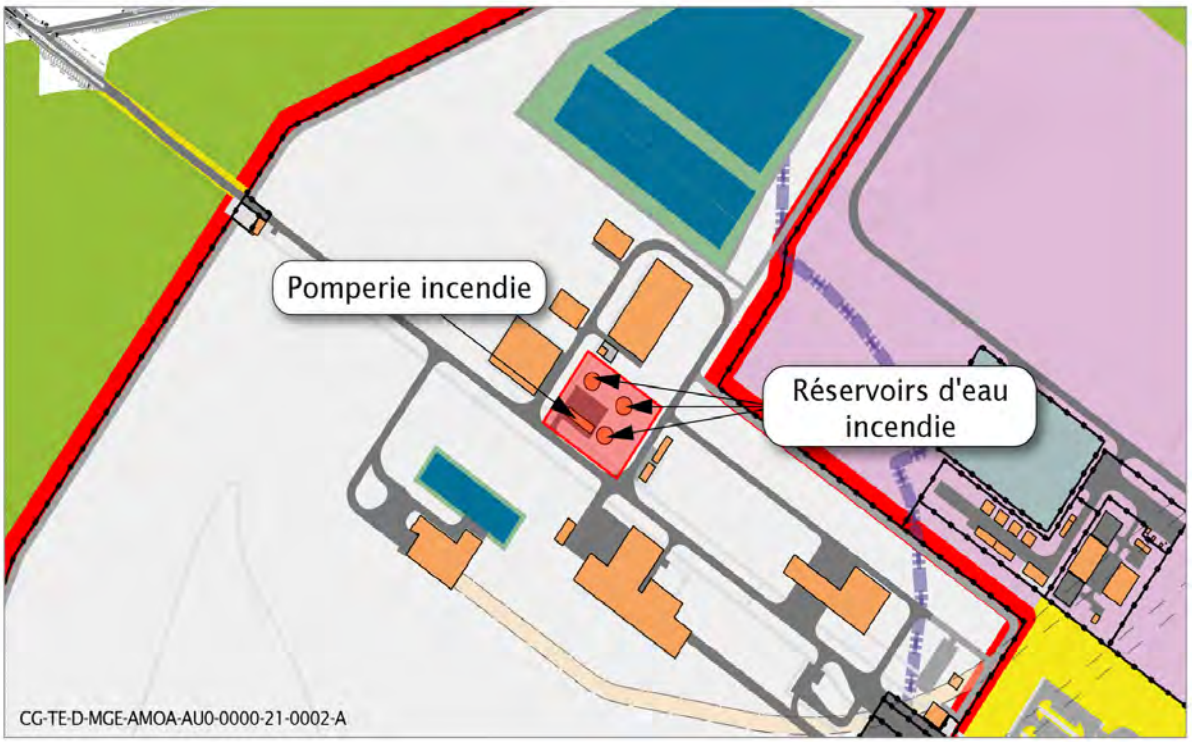


Figure 8-17 *Illustration de la localisation de la pomperie incendie et de ses réservoirs - zone descenderie*

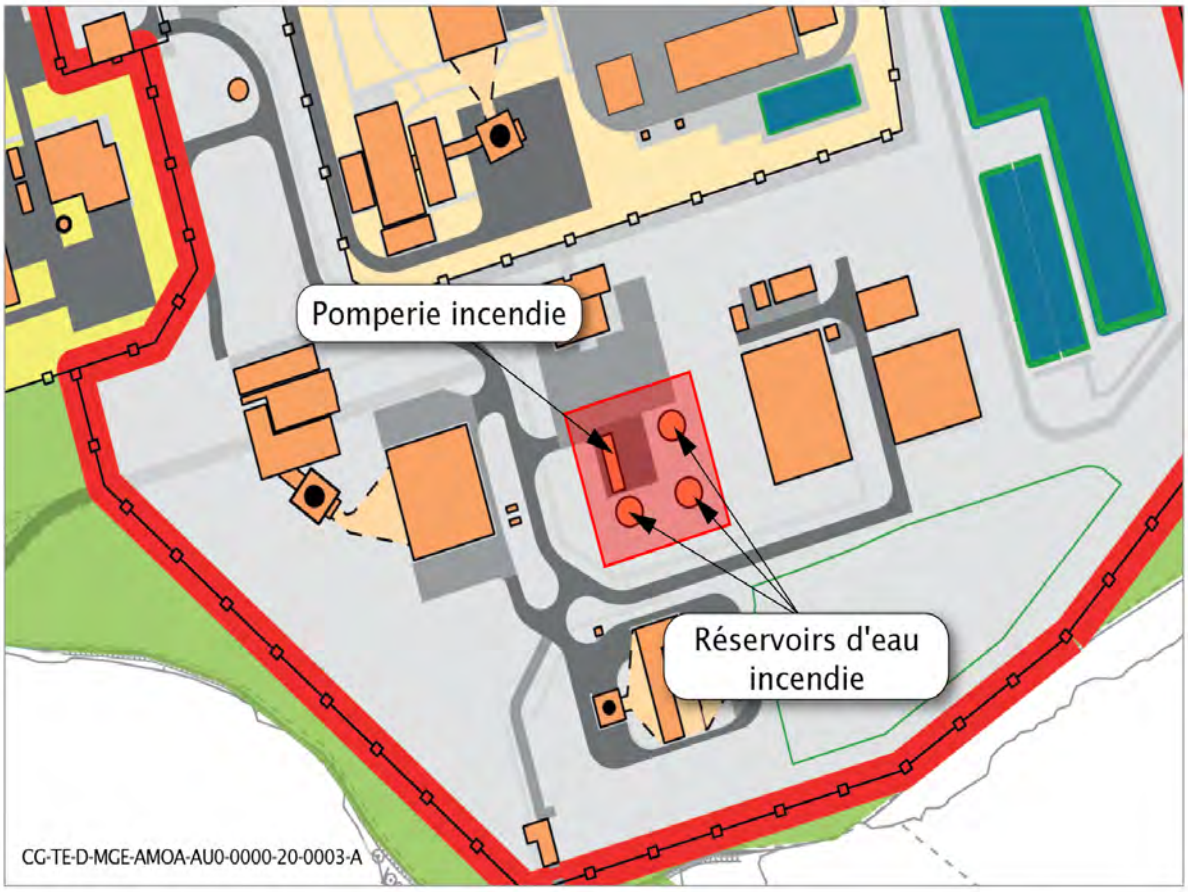


Figure 8-18 *Illsutration de la localisation de la pomperie incendie et de ses réservoirs - zone puits*

8.5.2 Les principes de conception et description

8.5.2.1 Les réservoirs d'eau incendie

Trois réservoirs d'eau incendie sont implantés sur chacune des deux zones (zone descenderie et zone puits).

Les réservoirs sont totalement enterrés. Ils sont composés d'une structure en béton armé (radier/voile cylindrique/dalle). Les réservoirs sont protégés par un cuvelage extérieur.

La tenue parasismique de la structure et des équipements (supportage, ancrages...) de cet ouvrage est assurée en termes de stabilité, d'intégrité et d'étanchéité.

Les réservoirs d'eau incendie sont situés à proximité des pomperies incendie.

8.5.2.2 Les pomperies incendie

Les pomperies incendie sont également implantées en zone descenderie ainsi qu'en zone puits.

Ces ouvrages comprennent trois locaux indépendants reliés chacun à un réservoir incendie, assurant un secours « cascade ».

Pour chaque local, une redondance est assurée tant au niveau des pompes électriques que de la source d'alimentation.

Cet ouvrage est dimensionné aux conditions météorologiques ou climatiques extrêmes telles que la neige ou les effets des vents extrêmes et de tornade. Les principes constructifs retenus (structure et fonctionnement des équipements) permettent notamment de répondre à l'effet direct du vent (vitesse et pression), à l'impact de projectiles et à l'obturation des ouvrants (débris, feuilles, branches d'arbres, etc.).

8.6 Les centrales de secours

Une centrale électrique de secours est implantée sur chaque zone (cf. Figure 8-19 et figure 8-20).

Figure 8-19 *Illustration de la localisation de la centrale de secours et de ses réservoirs fioul en zone descenderie*

Figure 8-20 *Illustration de la localisation de la centrale de secours et de ses réservoirs fioul en zone puits*

8.6.1 Les fonctions d'exploitation

Les centrales de secours permettent la distribution 20 kV « Normal » des installations à partir du réseau principal mais aussi l'alimentation 20 kV « Secours », en cas de perte du réseau principal, des équipements prioritaires et vitaux comme l'alimentation des équipements de ventilation des ouvrages souterrains décrits précédemment (cf. Chapitres 8.1 à 8.3 du présent volume).

8.6.2 Les principes de conception et description

La centrale de secours est composée de plusieurs groupes électrogènes, utilisés simultanément ou non selon les besoins en énergie secourue évoluant graduellement en fonction du déploiement incrémental des installations (mise en exploitation des tranches successives). La centrale secours 20 kV comprend :

- le poste de production/distribution électrique 20 kV abritant :
  - ✓ des groupes électrogènes de secours protégés les uns des autres par des parois coupe-feu ;
  - ✓ un tableau de couplage HTA ;
  - ✓ des réservoirs fioul de service isolés par des parois coupe-feu ;
  - ✓ un poste de conduite local ;
- le poste de distribution normal/secours 20 kV, voie A ;
- le poste de distribution normal/secours 20 kV, voie B ;
- les postes de distribution normal/secours 20 kV abritant pour chacune des voies A et B :
  - ✓ le tableau général basse tension ;
  - ✓ le tableau normal/secours 20 kV ;
- deux cuves fioul pour chaque centrale de secours sont enterrées et positionnées à l'extérieur du périmètre de la centrale. Les bornes de dépotage sont déportées vis-à-vis des cuves.

Les cuves sont redondées permettant un approvisionnement en fioul par deux fournisseurs distincts (gestion du mode commun lié à l'approvisionnement).

Ces ouvrages sont dimensionnés aux conditions météorologiques ou climatiques extrêmes telles que la neige ou les effets des vents extrêmes et de tornade. Les principes constructifs retenus (structure et fonctionnement des équipements) permettent de répondre notamment à l'effet direct du vent (vitesse et pression), à l'impact de projectiles et à l'obturation des ouvrants (débris, feuilles, branches d'arbres, etc.).

La tenue parasismique de la structure et des équipements (supportage, ancrages…) de ces ouvrages est assurée en termes de stabilité, d'intégrité et de tenue fonctionnelle.

Afin de se prémunir du risque d'inondation externe, la centrale de secours et notamment ses accès sont surélevés vis-à-vis des voiries et aménagements avoisinants. Des formes de pentes sont prévues pour éloigner les écoulements des eaux pluviales de ces ouvrages. Ces eaux sont ensuite collectées et transférées vers des bassins de rétention (qualitatifs et quantitatifs).

8.6.3 Le fonctionnement

En cas de coupure d'alimentation externe (réseau RTE) ou de la perte des postes de transformation 90/20 kV, l'INB Cigéo dispose, en zone descenderie comme en zone puits, d'une centrale électrique de secours 20 kV alimentant les équipements prioritaires et vitaux.

Tous les équipements secourus sont repris en moins de 30 mn. Ce temps correspond à l'autonomie des alimentations sans interruptions (ASI) des récepteurs vitaux. La durée maximale de la coupure est donnée par RTE et s'élève à une durée de 120 heures. La centrale de secours se doit de permettre la mise à l'état sûr de l'installation dans l'attente de la récupération de l'alimentation RTE et, par ailleurs, de maintenir les activités de surveillance des installations et des rejets durant le laps de temps associé.

8.7 L'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe phréatique

8.7.1 Les fonctions d'exploitation

La conception de l'INB Cigéo intègre les caractéristiques hydrogéologiques de la zone d'implantation, notamment la présence d'une nappe d'eau souterraine au niveau des calcaires du Barrois.

Un ouvrage de protection contre les remontées de la nappe phréatique vient renforcer la protection des installations nucléaires de surface de l'INB Cigéo présentées dans le chapitre 4 du présent volume. Ce dispositif permet notamment de protéger le terminal ferroviaire nucléaire et le bâtiment nucléaire de surface EP1 d'une remontée de la nappe phréatique à une altimétrie supérieure ou égale à la côte 358 m NGF en phase de fonctionnement. Cette altimétrie correspond au niveau de la nappe affleurant la surface au droit de l'accès du hall de déchargement du bâtiment nucléaire de surface EP1.

8.7.2 Le principe de conception et description

L'ouvrage de protection contre les remontées de la nappe phréatique est « ancré » dans la couche imperméable située sous les calcaires du Barrois. Il présente une profondeur moyenne d'environ 18 mètres.

Le principe retenu à ce stade des études est robuste et passif vis-à-vis du rabattement de la nappe.

Afin de réduire le rabattement de la nappe occasionné en aval hydraulique de cet ouvrage, des drains de gestion des eaux souterraines y sont associés pour permettre leur ré-infiltration dans le milieu naturel. Ils sont composés des éléments suivants :

- des drains de rabattement extérieurs. Ils permettent :
  - ✓ de canaliser et de réorienter les eaux pour une ré-infiltration en aval des ouvrages à protéger ;
  - ✓ de limiter l'effet barrage engendré par les remontées de la nappe phréatique ;
- des drains intérieurs permettant de gérer les eaux météoriques qui s'infiltrent dans le périmètre de l'ouvrage ainsi que les eaux issues de la porosité de ses parements ;
- des tranchées drainantes de diffusion permettant la ré-infiltration de l'intégralité des eaux drainées à l'extérieur et à l'intérieur de l'ouvrage dans l'aquifère tout en respectant les bassins versants de l'Orge et de La Bureau.

Des piézomètres permettent de surveiller le niveau de la nappe au niveau de l'ouvrage.

8.8 Les ouvrages de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnels

Des ouvrages de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnels sont implantés en zone descenderie et en zone puits (cf. Figure 8-21 et figure 8-22). La caractérisation (nature, localisation, concentrations, débits) des rejets des eaux et effluents liquides conventionnels est abordée dans le chapitre 12.1.2 du présent volume.

Les effluents liquides non conventionnels issus des zones à production possible de déchets radioactifs ou des alvéoles du quartier pilote HA, font l'objet d'une gestion distincte. Aucun rejet d'effluent liquide issu de ces zones n'est effectué vers le milieu naturel local (cf. Chapitre 12.1.1 du présent volume).

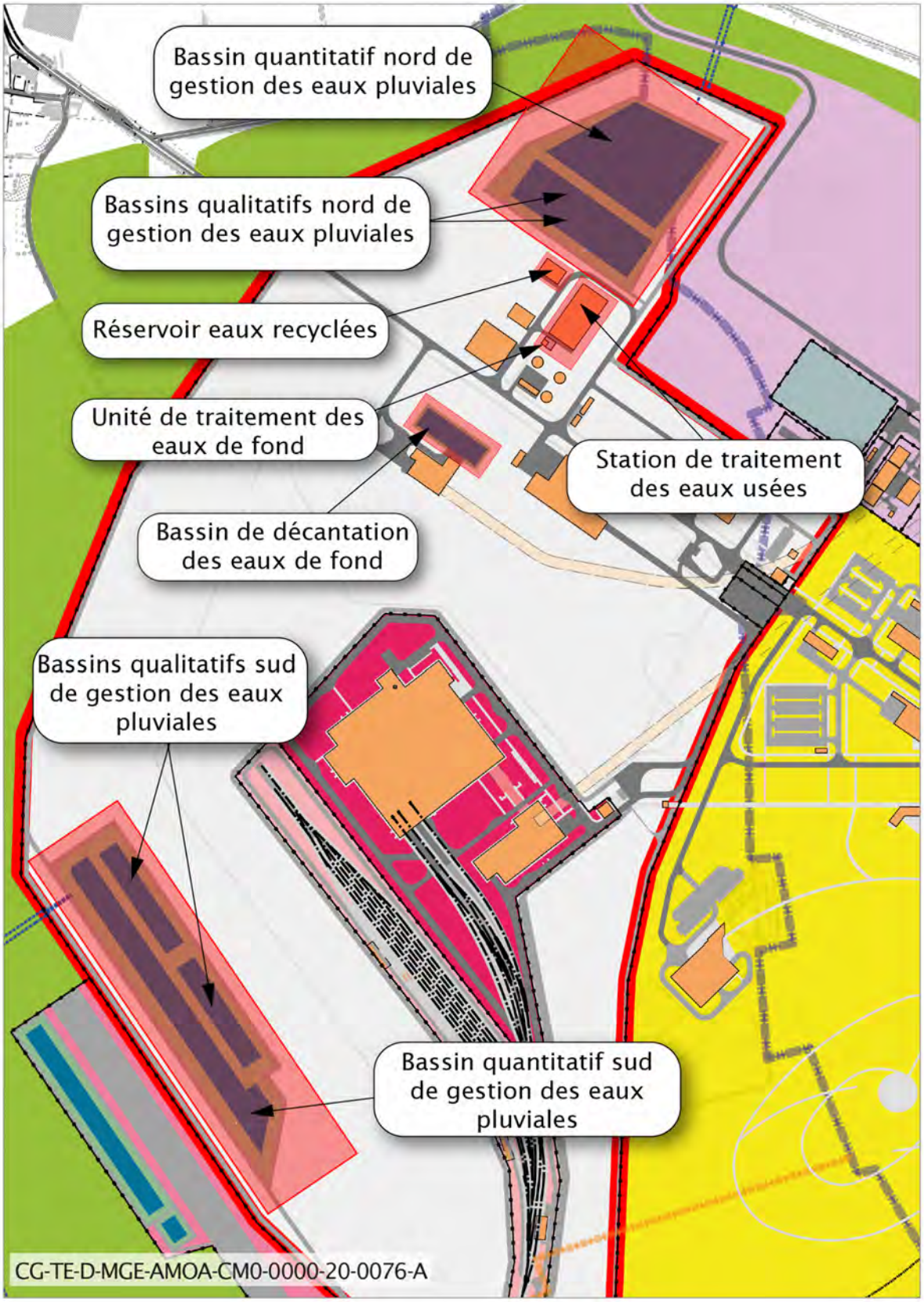


Figure 8-21 *Illustration de la localisation des ouvrages de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnelles en zone descenderie*

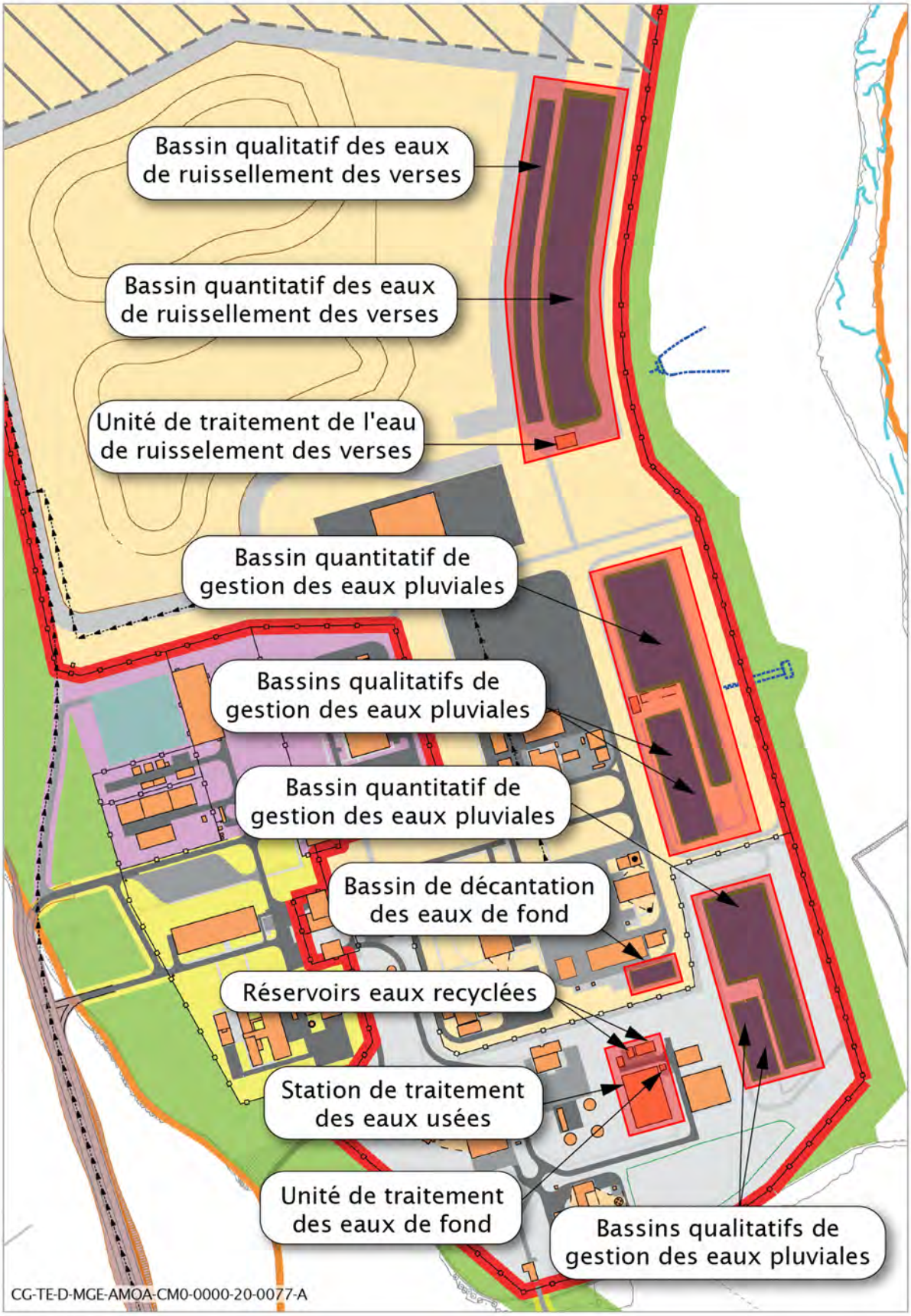


Figure 8-22 *Illustration de la localisation des infrastructures de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnelles en zone puits*

8.8.1 Les fonctions d'exploitation

Les ouvrages de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnels prennent en charge les différentes natures d'eaux suivantes :

- les eaux usées incluant les eaux industrielles conventionnelles des installations de surface ;
- les eaux de fond comprenant les eaux d'exhaure conventionnelles ainsi que les eaux industrielles provenant de l'installation souterraine (fonctionnement ou nettoyage des engins de creusement notamment) ;
- les eaux pluviales collectées dans le périmètre de l'INB, y compris les eaux pluviales de ruissèlement sur les verses.

Les eaux usées et les eaux de fond sont traitées pour être réutilisées sur l'INB Cigéo. Les eaux ainsi traitées sont dénommées eaux recyclées. Ce mode de gestion permet de limiter les rejets dans l'environnement local et de réduire les besoins en ressource naturelle.

8.8.2 Les principes de conception et description

La conception des ouvrages de gestion et de traitement des eaux et effluents liquides conventionnels répond aux principes suivants :

- les eaux pluviales et les effluents sont collectés et récupérés dans des réseaux et ouvrages séparés. Les eaux pluviales qui ruissèlent sur le périmètre de l'INB et les effluents conventionnels générés par les installations sont collectés et récupérés dans des ouvrages avant rejet dans l'environnement local ;
- les effluents conventionnels générés au sein des installations sont traités et réutilisés dans la mesure du possible ;
- les eaux pluviales et les effluents conventionnels traités font l'objet de contrôles avant rejet ;
- les effluents rejetées respectent les objectifs de qualité de bon état écologique et chimique du milieu récepteur.

Les ouvrages de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnels comprennent pour chacune des zones (zone descenderie et zone puits) **:**

- une station de traitement des eaux usées composée de trois niveaux de traitement ;
- un dispositif de traitement des eaux de fond composé d'un prétraitement par unités mobiles, d'une décantation en bassin, ainsi qu'un dispositif de traitement complémentaire ;
- un dispositif de gestion des eaux pluviales composé de bassins qualitatifs et de bassins quantitatifs ;
- en complément et uniquement pour la zone puits, un dispositif de traitement complémentaire des eaux de ruissellement des verses.

Des réservoirs et pomperies de distribution des eaux recyclées sont également associés à la station ainsi qu'au dispositif de traitement des effluents liquides conventionnels.

8.8.2.1 La filière de traitement des eaux usées

Chaque zone (zone descenderie et zone puits) est équipée d'une station de traitement des eaux usées (cf. Figure 8-23 et figure 8-24).

Figure 8-23 *Illustration de la localisation de la station de traitement des eaux usées de la zone descenderie*

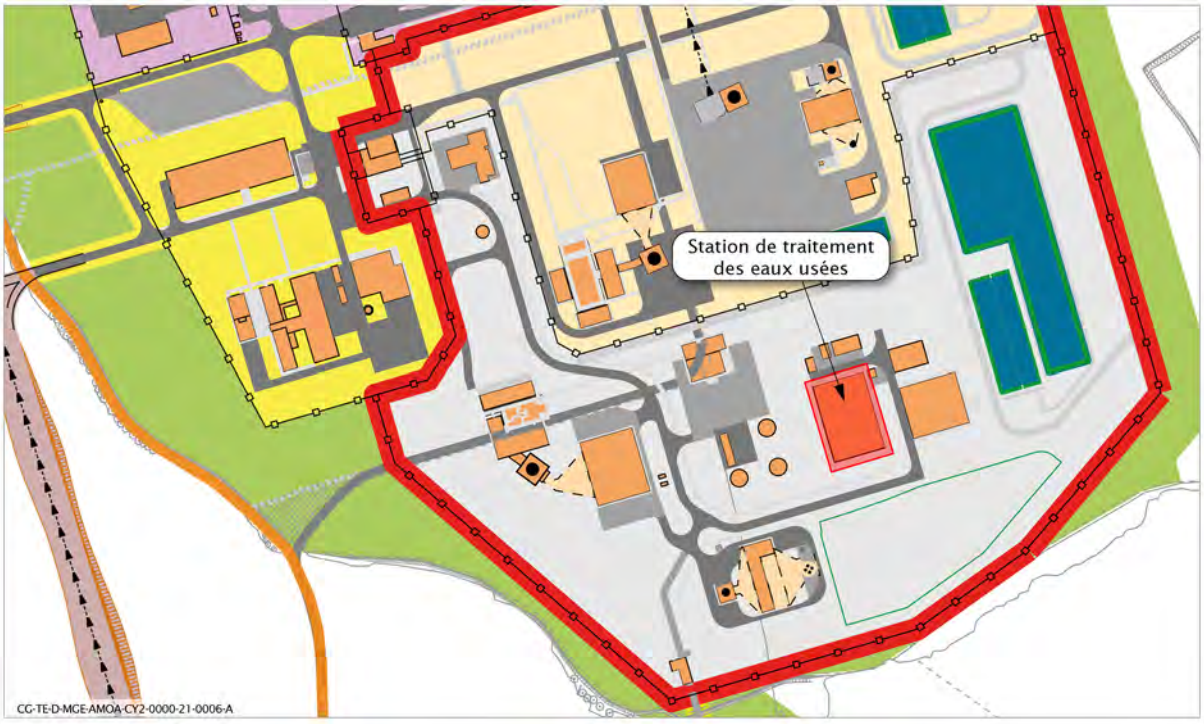


Figure 8-24 *Illustration de localisation de la station de traitement des eaux usées de la zone puits*

Ces eaux usées comprennent les eaux vannes (WC), les eaux grises (douches, lavabos, cuisines…) ainsi que les eaux industrielles conventionnelles des installations de surface. Ces eaux sont collectées dans

des réseaux et acheminées vers le dispositif de traitement. Elles sont traitées par une station d'épuration en zone descenderie dimensionnée pour environ 1 700 équivalents habitants ainsi qu'une en zone puits dimensionnée pour environ 675 équivalents habitants. Les stations de traitement des eaux usées permettent de produire des eaux réutilisables pour certains besoins (production de béton, lavage des engins, arrosage des espaces verts par exemple) ou des eaux qui peuvent être rejetées dans le milieu naturel avec un objectif de compatibilité des critères de bon état écologique et de bon état chimique des eaux superficielles.

La technologie utilisée est celle du traitement des eaux par filtre planté de roseaux. Le principe de traitement des eaux usées par lits plantés de macrophytes s'inspire des propriétés épuratrices des zones humides naturelles. Comme pour le lagunage, les micro-organismes sont les principaux agents de l'épuration. Ce sont eux qui éliminent et minéralisent les matières organiques.

Les équipements de la filière de traitement sont agencés de la manière suivante (Figure 8-25 ; figure 8-26) :

- un dégrilleur automatique, complété par un dégrilleur manuel en cas de colmatage au niveau de l'arrivée dans le poste de refoulement, mis en place sur la canalisation d'arrivée des effluents afin de protéger les pompes du poste de refoulement et la filière en aval ;
- un poste de refoulement enterré accessible depuis un regard de visite permettant l'alimentation de la filière de traitement ;
- un tamis rotatif ;
- un ajout de chlorure ferrique sur l'effluent afin de permettre le traitement du phosphore ;
- des disques biologiques capotés en version semi-enterrée (pas d'installation en bâtiment) ;
- des lits de clarification – séchage planté de roseaux sur une grande partie de la surface allouée à la station d'épuration ;
- une bâche de stockage des eaux en sortie de la filière secondaire pour l'alimentation de la filière tertiaire : en souterrain dans le bâtiment avec accès par trappe de visite ;
- un bâtiment permet d'accueillir ensuite le traitement tertiaire : filtre sur charbon actif en grain, membranes d'ultrafiltration et chloration. En aval de l'ultrafiltration, une membrane de nanofiltration (osmose inverse basse pression) permet en tant que de besoin de compléter le traitement tertiaire afin de garantir notamment l'enlèvement des nitrates en toute saison.

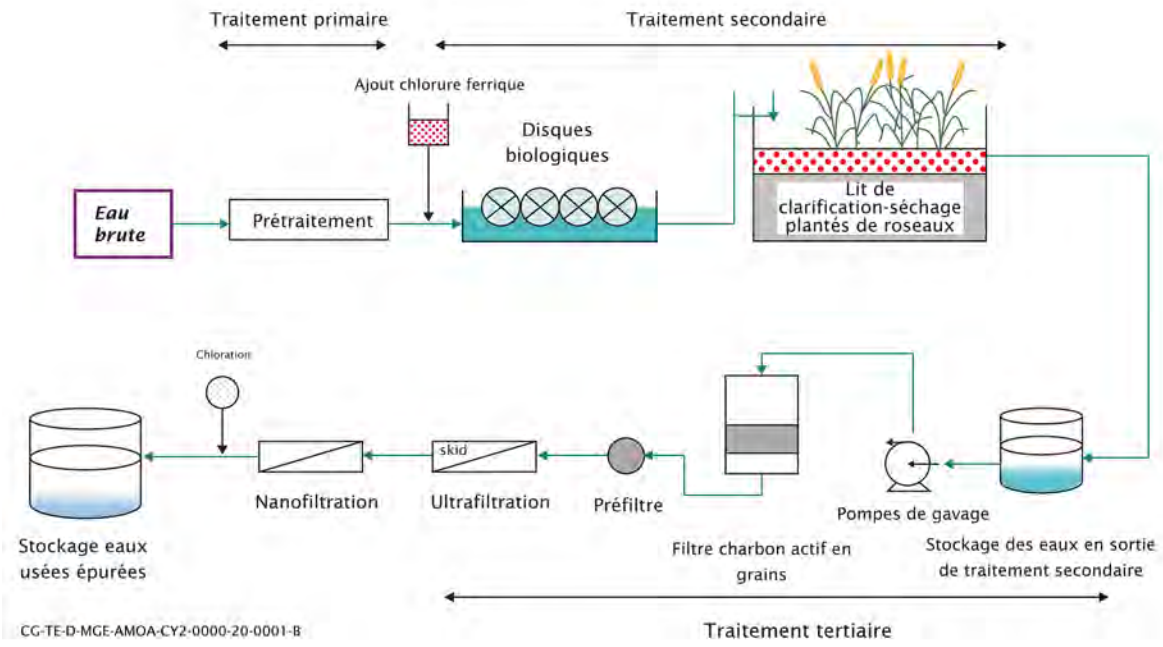


Figure 8-25 Schéma illustratif de la filière de traitement des eaux usées

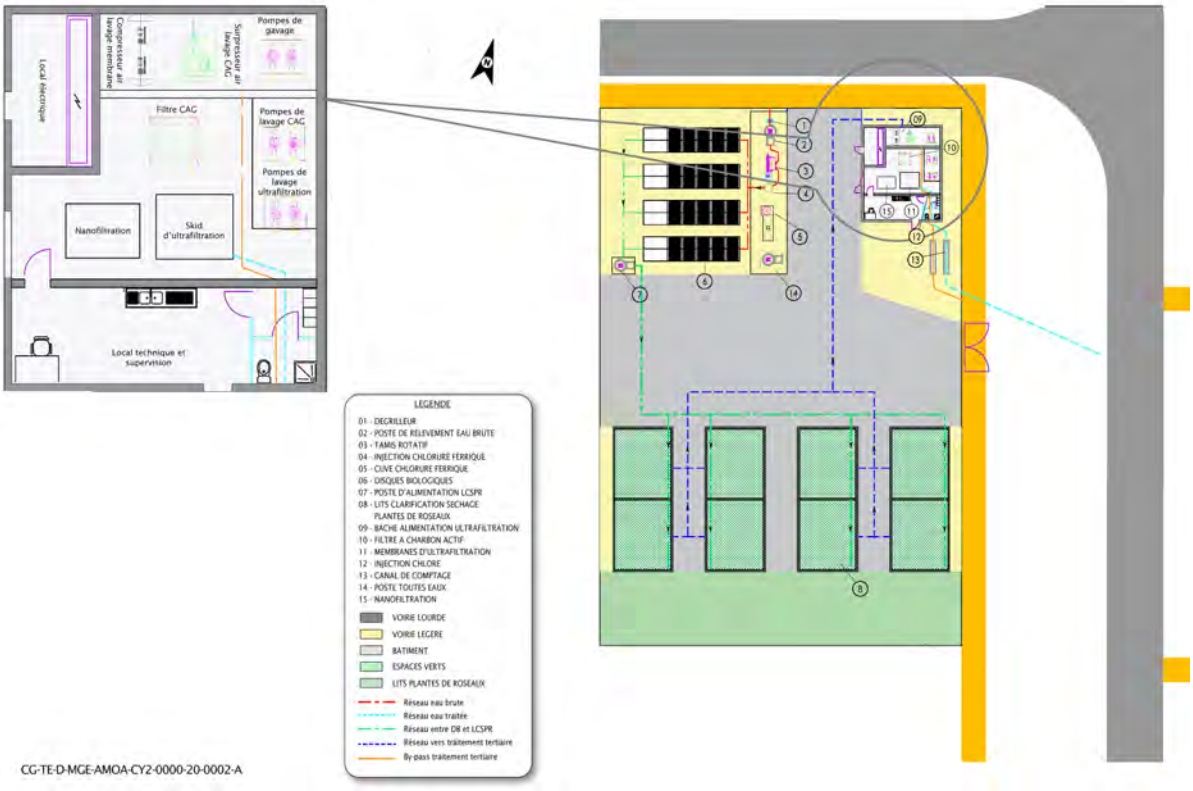


Figure 8-26 *Illustration de la station de traitement des eaux usées – vue en plan type (zone descenderie et zone puits)*

8.8.2.2 La filière de traitement des eaux de fond

La localisation des ouvrages liés à la filière de traitement des eaux de fond est présentée sur les figure 8-27 pour la zone descenderie et figure 8-28 pour la zone puits.

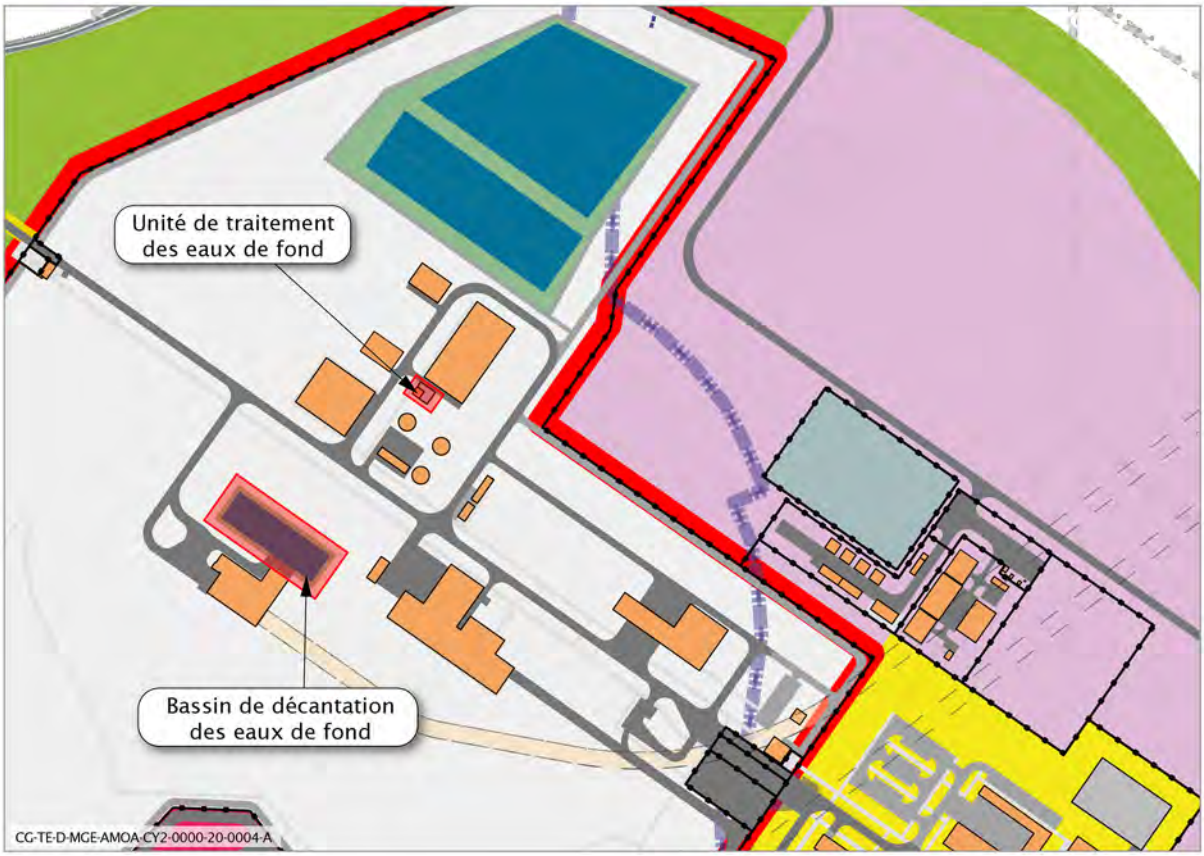


Figure 8-27 *Illustration de la localisation des ouvrages de la filière de traitement des eaux de fond en zone descenderie*

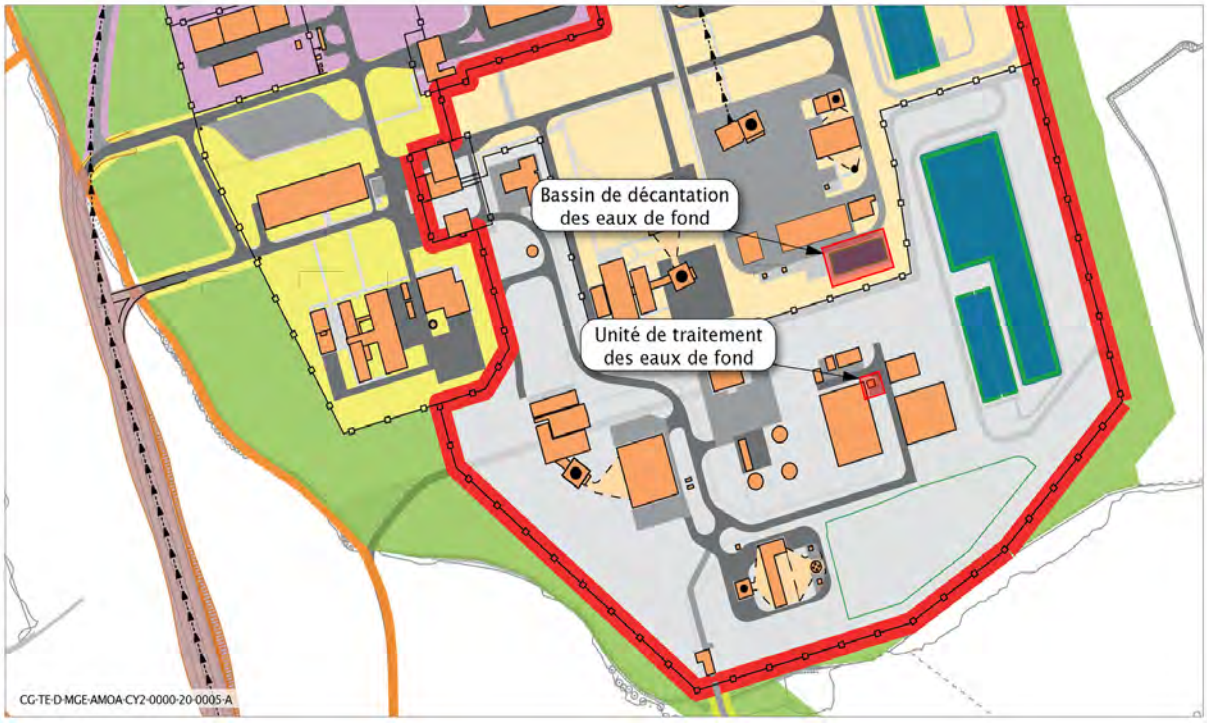


Figure 8-28 *Illustration de la localisation de ouvrages de la filière de traitement des eaux de fond en zone puits*

Les eaux collectées au fond regroupent les eaux d'exhaure conventionnelles et les eaux industrielles générées dans l'installation souterraine. Elles sont remontées en surface de façon mutualisée quotidiennement à l'aide de réseaux de relevage pour y subir un traitement en zone descenderie et en zone puits. Les eaux traitées sont soit réutilisées en tant qu'eaux recyclées soit rejetées dans le milieu naturel. Les objectifs de traitement visent à obtenir une compatibilité des eaux rejetées avec les critères de bon état écologique et de bon état chimique des eaux superficielles.

Le traitement des eaux de fond comprend plusieurs étapes (cf. Figure 8-29) :

- un prétraitement est réalisé à l'aide d'unités mobiles, dont l'objectif est un traitement des hydrocarbures, de coagulation et de floculation ;
- il est suivi d'une décantation des eaux dans des bassins prévus à cet effet. Ces bassins gèrent uniquement des eaux (effluents conventionnelles) sans présence d'hydrocarbures.

Après ces premières étapes, les traitements suivants sont réalisés :

- une neutralisation (remise à l'équilibre du pH) ;
- une filtration mécanique (de type filtres à disques immergés, adaptée à la réutilisation et au rejet en zone sensible) ;
- une étape de chloration.

Les équipements nécessaires à cette dernière étape sont positionnés dans un bâtiment technique distinct (cf. Figure 8-30).

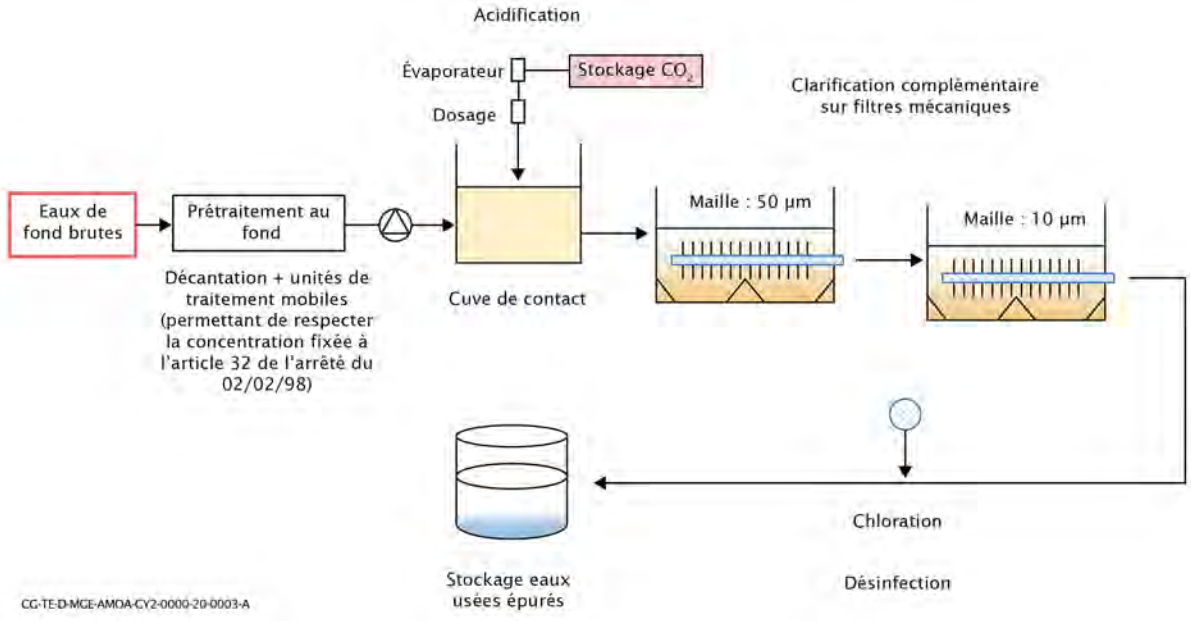


Figure 8-29 *Synoptique simplifié de la filière de traitement complémentaire des eaux de fond*

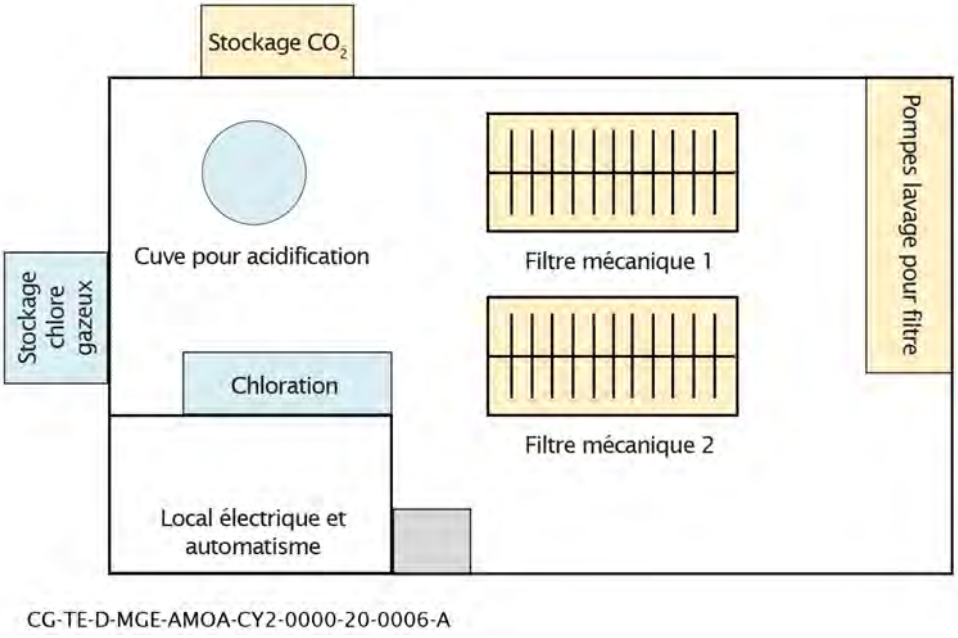


Figure 8-30 *Illustration de l'unité de traitement des eaux de fond – vue en plan type zone descenderie et zone réservoirs de distribution des eaux recyclées*

La réutilisation des eaux traitées nécessite la mise en place de pompes et de réservoirs de stockage des eaux dites « recyclées » (cf. Figure 8-31 et figure 8-32). Le circuit d'eau recyclée du type « maillé » permet d'alimenter les différents usages : fabrication des bétons, arrosage, nettoyage….

Les eaux recyclées, si elles ne sont pas utilisées dans un délai de trois jours, sont rejetées vers le milieu naturel avec un objectif de compatibilité avec les critères de bon état écologique et de bon état chimique du milieu naturel.

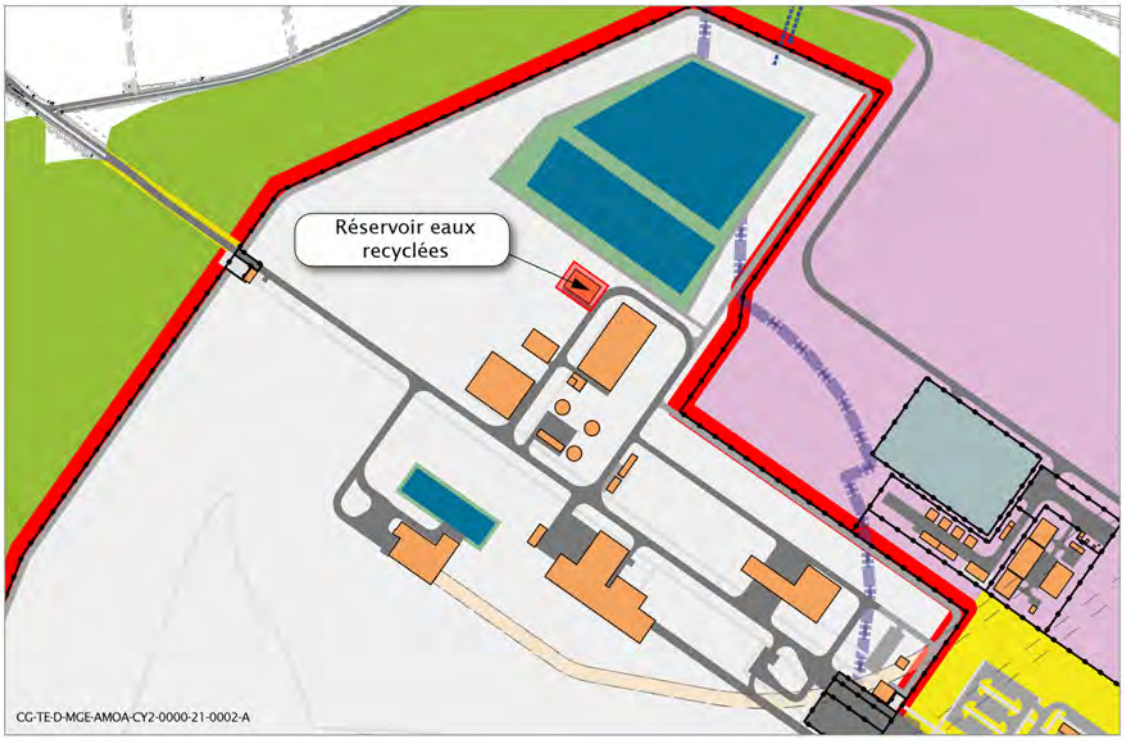


Figure 8-31 *Illustration de la localisation des réservoirs de distribution des eaux recyclées en zone descenderie*

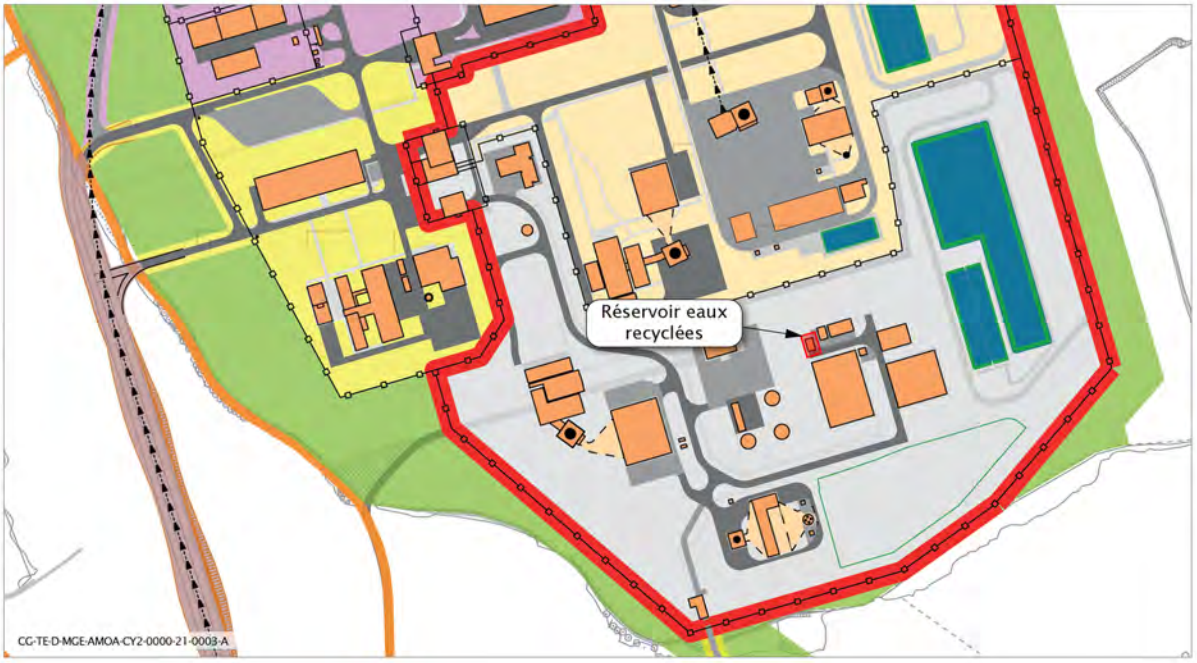


Figure 8-32 *Illustration de la localisation des réservoirs de distribution des eaux recyclées en zone puits*

8.8.2.3 La filière de gestion des eaux pluviales

La filière de gestion des eaux pluviales est composée pour chacune des zones (zone descenderie et zone puits) de bassins dits « qualitatifs » et de bassins dits « quantitatifs ». La localisation de ces ouvrages est présentée sur la figure 8-33 pour la zone descenderie et la figure 8-34 pour la zone puits.

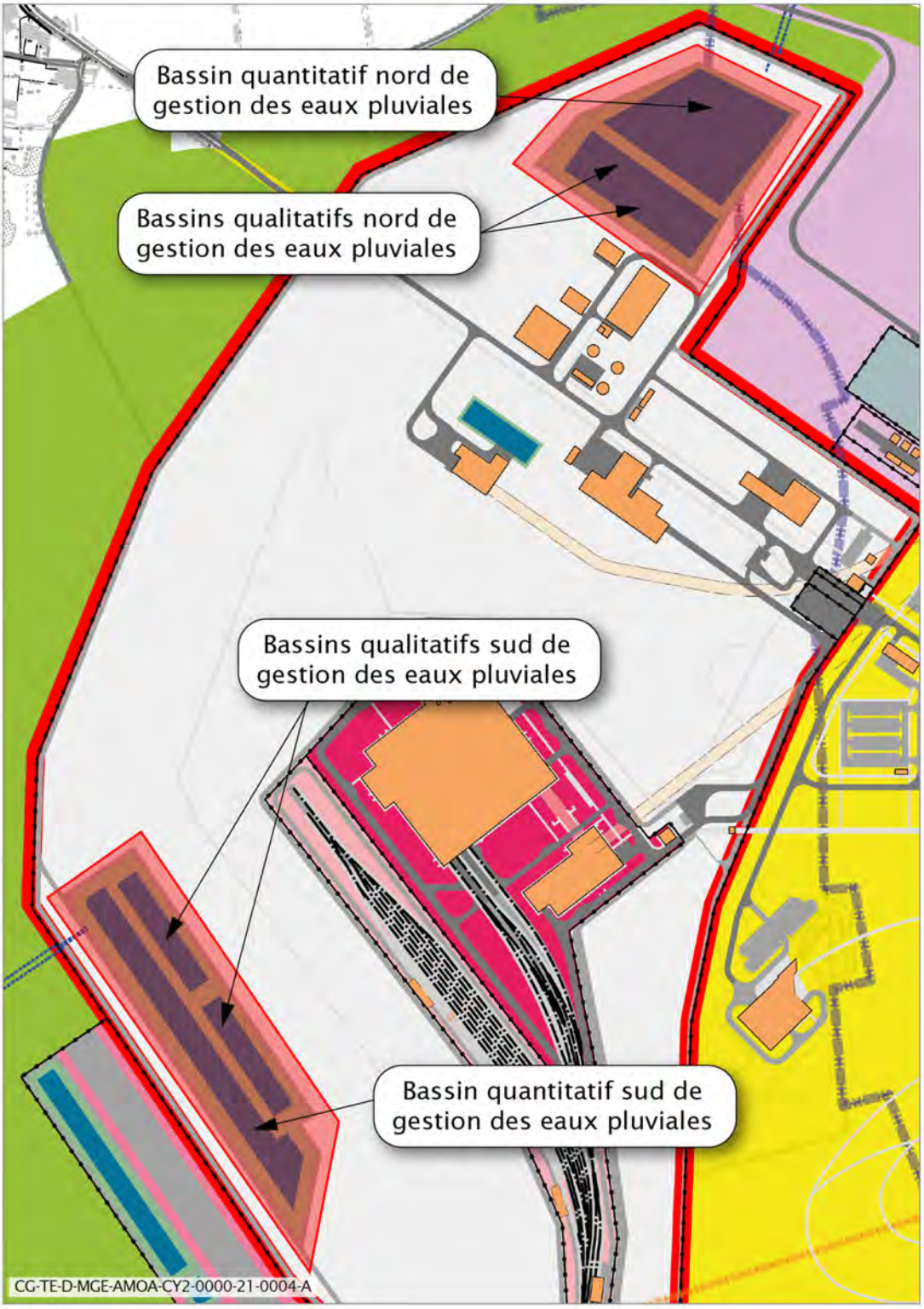


Figure 8-33 *Illustration de la localisation des ouvrages liés à la gestion des eaux pluviales en zone descenderie*

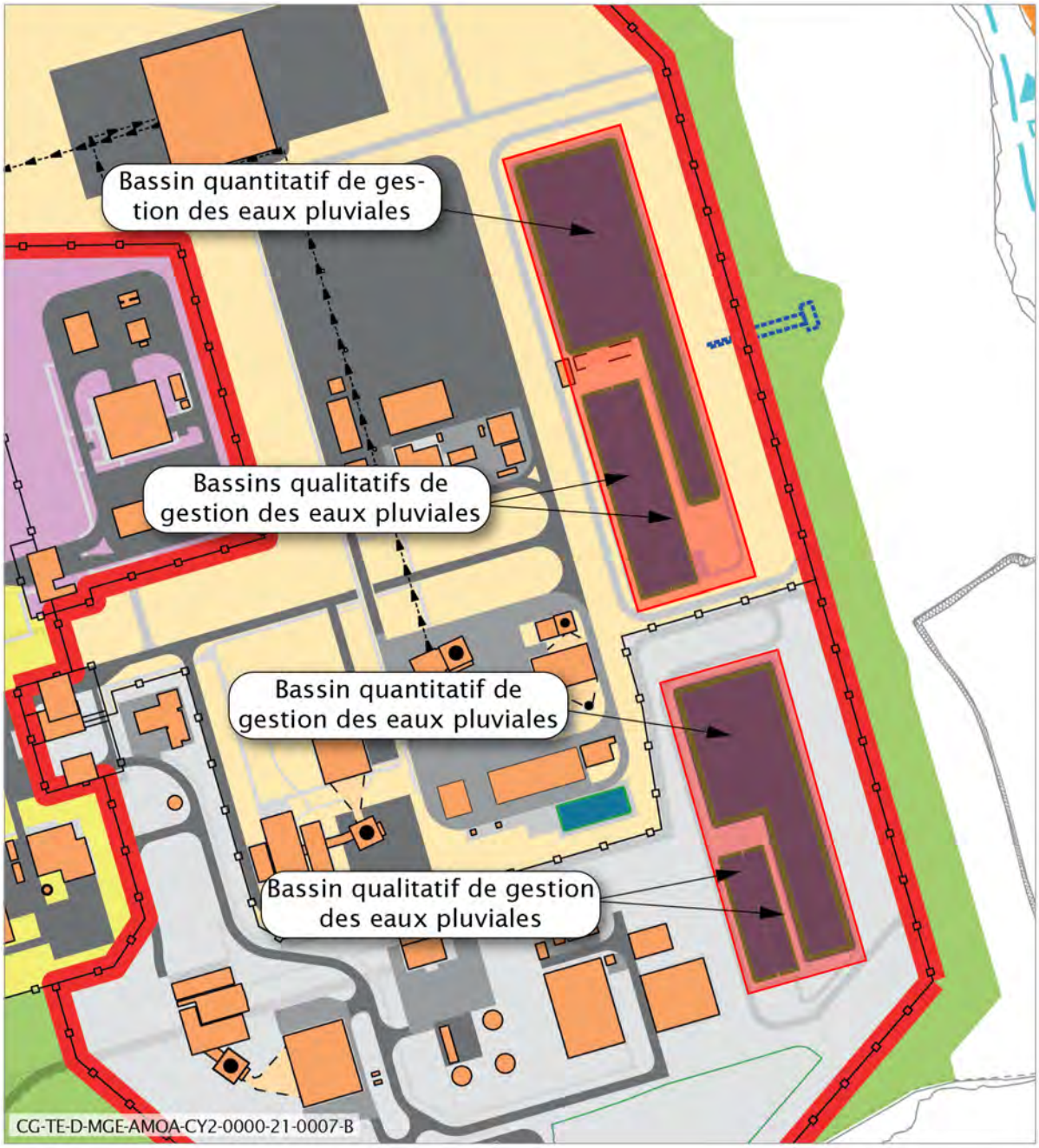


Figure 8-34 *Illustration de la localisation des ouvrages liés à la gestion des eaux pluviales en zone puits*

La gestion des eaux pluviales s'articule autour de deux fonctions principales : la gestion des pollutions (chroniques ou accidentelles) et l'écrêtement des pluies. La conception de la filière de gestion des eaux pluviales permet de gérer les risques et inconvénients liés aux événements pluvieux.

Les réseaux d'eaux pluviales permettent de collecter, par bassin versant, l'ensemble des eaux pluviales qui ruissèle sur les surfaces imperméabilisées (routes, terminal ferroviaire, parkings), et susceptibles d'être polluées (par des matières en suspension, des métaux lourds et des hydrocarbures) ou non (espaces naturels non aménagés, toitures, etc.).

Une fois collectées, ces eaux sont acheminées de manière gravitaire *via* un réseau de canalisations jusqu'à un dispositif de bassins (bassins qualitatif et quantitatifs).

Les eaux pluviales collectées au niveau des surfaces imperméabilisées sont traitées *via* des bassins qualitatifs avant réutilisation ponctuelle ou rejet vers le milieu naturel. Elles sont collectées par des canalisations ou des fossés étanches.

À la sortie du bassin qualitatif et en bypass de ce dernier une fois rempli, les eaux pluviales sont ensuite dirigées vers un bassin « quantitatif » permettant l'écrêtement des pluies avant rejet au milieu naturel à débit régulé.

8.8.2.3.1 Les bassins qualitatifs

Les bassins qualitatifs sont étanches, ils permettent :

- le traitement de la pollution chronique (eaux de lessivage des sols, matières en suspension) ;
- le confinement d'une pollution accidentelle (par exemple, déversement d'hydrocarbures) ;
- le confinement des eaux d'extinction incendie.

Le principe de gestion de la pollution chronique des eaux de ruissellement est de traiter le premier flot d'eaux pluviales susceptible de collecter la majorité des polluants accumulés sur les surfaces imperméabilisées (eaux de lessivage des sols). Les bassins qualitatifs sont dimensionnés pour accueillir les 11 premiers millimètres de pluie.

Ces bassins qualitatifs intègrent un « volume mort » situé entre le fond du bassin et le fil d'eau de l'orifice de fuite. Ce volume reste toujours en eau. Il permet la décantation des eaux dans le bassin en augmentant leur temps de séjour et en réduisant la vitesse de l'eau (cf. Figure 8-35). Ces eaux transitent ensuite *via* l'ouvrage de régulation de sortie de bassin par des filtres à sable permettant la filtration des matières en suspension.

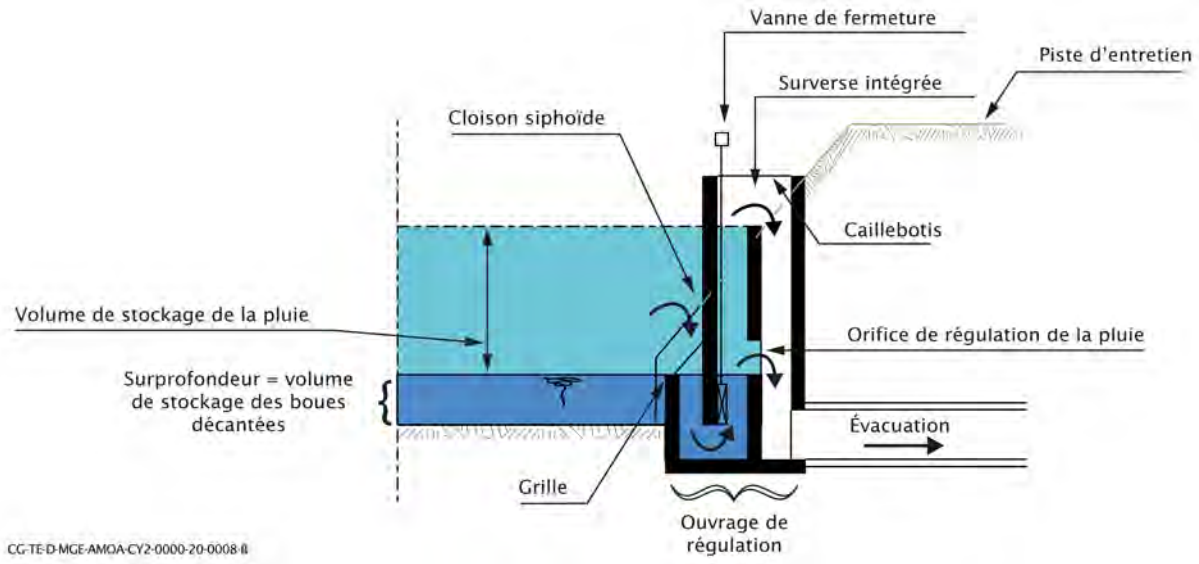


Figure 8-35 Illustration de l'ouvrage de régulation de sortie des bassins qualitatifs

Ces bassins permettent également le confinement d'une pollution accidentelle ou des eaux d'extinction incendie.

Ces bassins sont doublés afin de maintenir la collecte des eaux pluviales (et donc le traitement de la pollution chronique), en cas de confinement d'une pollution accidentelle ou de confinement des eaux d'extinction incendie par l'un des deux bassins. Les eaux confinées sont ensuite pompées dans des camions citernes et évacuées à l'extérieur du site pour dépollution par une filière de traitement spécifique. Chaque bassin peut reprendre soit deux épisodes de pollution chronique (2*11 mm) soit une pollution accidentelle ou la récupération des eaux incendie avec concomitance d'une pluie de durée de deux heures et de période de retour de deux ans. Ils ont une capacité globale de stockage de l'ordre de 20 000 m³ en zone descenderie et 10 000 m³ pour la zone puits.

Les bassins qualitatifs sont en fonctionnement continu et sont, de fait, équipés de bypass, en amont et en aval, permettant de court-circuiter le bassin qualitatif ayant piégé une pollution accidentelle ou des eaux d'extinction incendie. Le bypass est également utilisé pour assurer les opérations d'entretien sur chaque bassin, de manière non concomitante et en période favorable (en dehors d'épisodes pluvieux importants).

Après passage dans les filtres à sable, les eaux collectées sont acheminées gravitairement *via* un réseau de canalisations vers le bassin quantitatif.

8.8.2.3.2 Les bassins quantitatifs

Afin d'écrêter les effets des épisodes pluvieux, des bassins de régulation, dits « quantitatifs » sont aménagés. Ils permettent une maîtrise quantitative des débits d'eaux pluviales collectées par écrêtement des débits de pointe avant rejet dans le milieu naturel. Leur dimensionnement permet d'écrêter les pluies majeures (temps de retour 10 ans et 100 ans) comme des événements pluviométriques plus fréquents (temps de retour 2 ans et 5 ans) avant rejet au milieu naturel à débit régulé. Le débit de fuite de ces bassins respecte le principe de non-aggravation des risques d'inondation. Pour cela, le débit de rejet de ces bassins doit être inférieur au débit spécifique naturel du bassin versant correspondant, c'est-à-dire au débit spécifique sans l'INB Cigéo (sans imperméabilisation de la zone).

Ces bassins sont, de fait, dimensionnés pour recevoir une pluie centennale (au sens de la définition du guide n° 13 de l'ASN (25)) en exploitation. Ces bassins sont de type « étanche ». La régulation du débit de rejet se fait au moyen d'un ouvrage de sortie relié à l'exutoire par un « fossé » ou une canalisation.

En pratique, la régulation du rejet d'un bassin quantitatif de type « étanche » s'effectue au moyen d'orifices de diamètres croissants avec leur hauteur.

Ces bassins quantitatifs ont une capacité globale de l'ordre de 90 000 m^3 en zone descenderie et 54 000 m^3 en zone puits.

8.8.2.4 La filière de traitement des eaux de ruissellement des verses

La gestion des eaux de ruissèlement des verses en zone puits suit les mêmes principes que ceux appliqués à la gestion des eaux pluviales (cf. Chapitre 8.8.2.3 du présent volume), avec quelques spécificités supplémentaires à savoir :

- les eaux pluviales brutes ayant ruisselé sur les verses sont collectées gravitairement dans un fossé ;
- les eaux récupérées dans le fossé aboutissent dans des bassins qualitatifs ;
- ensuite, les eaux sont dirigées vers une filière de traitement spécifique (charge polluante potentiellement différente de celles des autres eaux pluviales) ;
- après traitement, les eaux sont dirigées vers les bassins quantitatifs permettant de réguler le débit de rejet sur le même principe que pour les autres eaux pluviales.

L'ensemble des bassins est en conception étanche.

Les objectifs de traitement visent à obtenir une qualité d'eaux rejetées compatible avec le bon état chimique des eaux superficielles.

La filière est composée de prétraitements (décantation avec coagulation/floculation, filtres 10 microns et 5 microns), puis affinage par la mise en place d'une osmose inverse basse pression (nanofiltration).

Il est à noter qu'en complément des paramètres physico-chimiques énoncés par la directive cadre sur l'eau (DCE) 2000/60/CE (26), comprenant l'arsenic, vingt éléments complémentaires dont l'uranium sont analysés pour cette filière de traitement. Les concentrations en arsenic et en uranium des rejets liés aux ruissellement des eaux des verses sont nettement inférieures au seuil défini par la DCE pour l'arsenic et très en deçà des niveaux de radioactivité naturelle des eaux superficielles du secteur pour l'uranium (facteur 100). Cette filière de traitement est illustrée sur la figure 8-36.

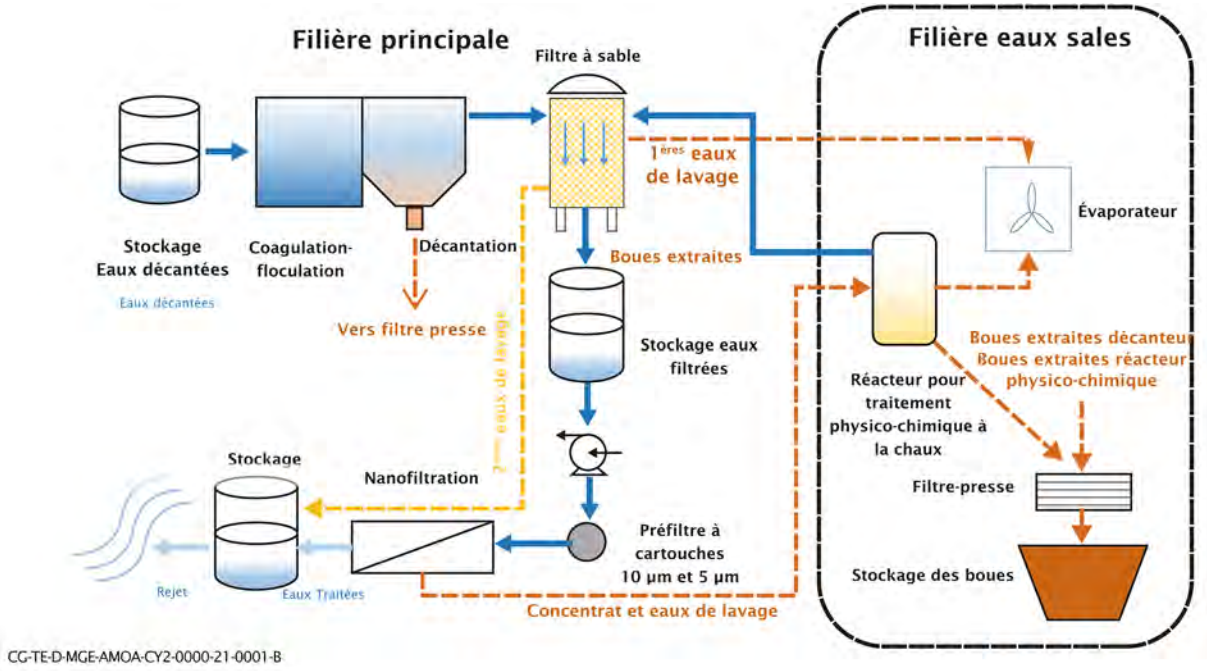


Figure 8-36 *Illustration du synoptique simplifié de la station de traitement des eaux de verses*

8.9 La gestion des argilites du Callovo-Oxfordien excavé

Les argilites du Callovo-Oxfordien dans laquelle sont implantées les ouvrages souterrains, excavées progressivement lors des travaux de creusement, sont remontées à la surface et acheminées sur la zone de gestion des verses située au nord de la zone puits. Une partie de ces argilites est réutilisée lors des opérations de fermeture.

8.9.1 Les fonctions d'exploitation

Parmi les argilites du Callovo-Oxfordien excavées, on distingue :

- les verses dites « vives » qui serviront de matériau de remblai pour l'obturation et la fermeture définitive de l'installation souterraine ;
- les verses dites « mortes », qui ne seront pas réutilisées pour la fermeture du stockage.

Les fonctionnalités associées à la gestion des argilites excavées sont les suivantes :

- la gestion des verses « vives » en attendant leur réutilisation pour la fermeture de l'installation souterraine ;
- la gestion des flux de verses « mortes » qui sont évacuées vers des filières extérieures pour valorisation ;
- la gestion des matériaux terreux réutilisés progressivement pour le couvert végétal des verses ;
- le stockage temporaire des argilites excavées pour tri ou concassage (argilite et autres matériaux tel qu'éventuellement des résidus de béton projeté) et départ vers leurs mises en dépôt ;
- le stockage temporaire des verses vives et traitement (eau, bentonite, sable, etc.) avant réutilisation en remblais de fermeture ;
- le transfert des argilites excavées.

8.9.2 Les principes de conception et la description

Pour la gestion des verses, la zone travaux de la zone puits comprend une zone de gestion des argilites excavées (mise en verses), un bâtiment de gestion des argilites excavées (stockage tampon et traitement) et un convoyeur (cf. Figure 8-37).

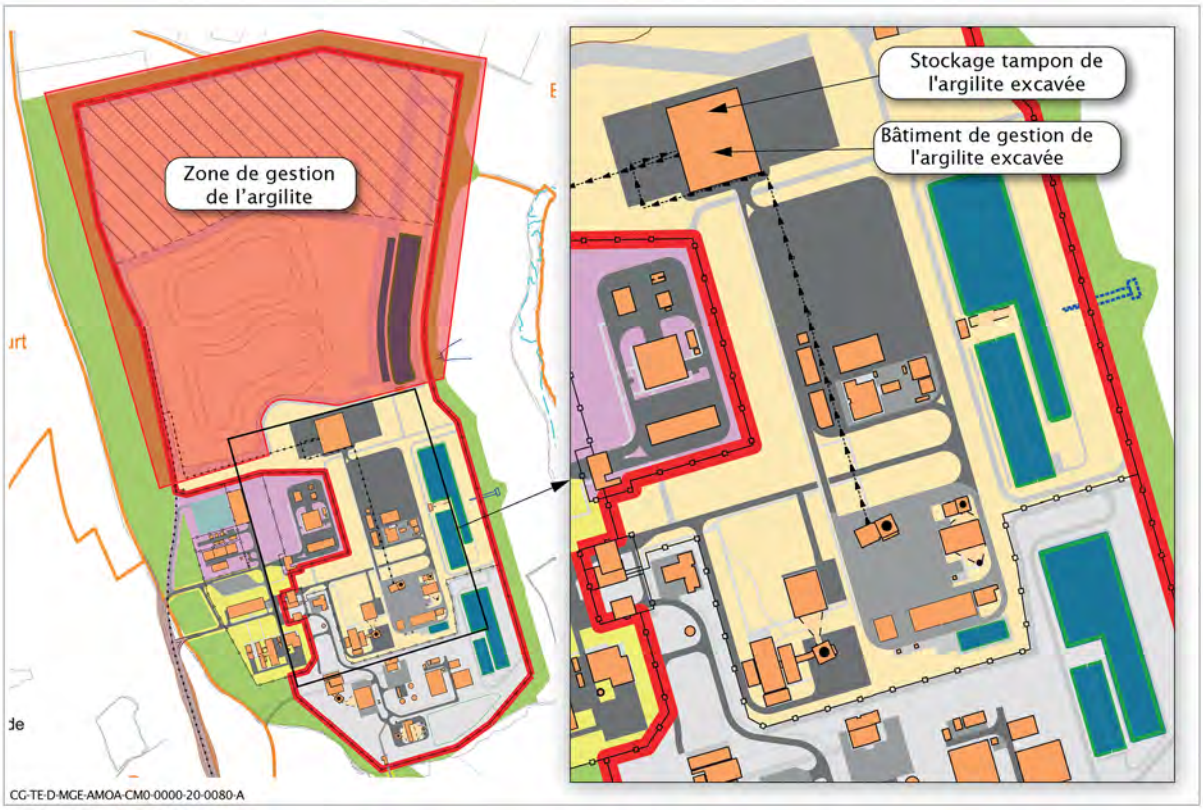


Figure 8-37 *Illustration de la localisation des ouvrages de gestion de l'argilite excavée sur la zone puits*

8.9.2.1 La zone de gestion des argilites excavées

Compte tenu de la topographie du site présentant un dénivelé vers la vallée de l'Ormançon, la zone de gestion des argilites excavées est aménagée sur des plates-formes étagées. Afin d'optimiser la mise en dépôt des argilites et de réduire la surface totale de la zone, ces plates-formes sont munies d'une digue sur les côtés nord, ouest et sud. La hauteur maximale actuellement envisagée pour la mise en verses est d'environ 20 mètres.

La mise en dépôt des argilites excavées se fait à partir d'une assise compactée faiblement perméable. La mise en verses se fera ensuite par ajouts successifs de couches d'argilites qui seront compactées et contrôlées. Au vu de la hauteur finale de la verse (20 mètres), la verse doit être considérée comme un ouvrage d'art.

Au-dessus de ce remblai d'argile, une couverture végétalisée est installée au fur et à mesure afin de protéger l'argile excavée des intempéries. Pour cela sont mis en place :

- un niveau drainant afin de faciliter la reprise de la végétation ;
- du matériau terreux composé par les matériaux récupérés du décapage de la zone puits amendé par les souches broyées des arbres du Bois Lejuc ;
- de la végétalisation afin de favoriser l'évapotranspiration.

Ce dispositif a pour objectif de limiter les eaux d'infiltration dans les verses.

Du fait des principes constructifs retenus et du contrôle qualité associé, la percolation des eaux dans les verses sera très faible.

Pendant le chantier, un programme de contrôle sera mis en place pour le suivi de la qualité du compactage (Gammadensimètre, essais à la plaque ou à la dynaplaque) et de la teneur en eau pendant le montage des verses.

La réalisation des aménagements nécessaires à la gestion des verses (digue, bassins) sur la zone puits est étendue graduellement, afin de limiter le défrichement et la consommation d'emprise foncière dans le temps au juste nécessaire.

La filière de traitement des eaux de ruissellement des verses est décrite dans le chapitre 8.8.2.4 du présent volume.

8.9.2.2 Le bâtiment de gestion de l'argilite excavée

Le bâtiment de gestion de l'argilite excavée permet le stockage temporaire de l'argilite, l'homogénéisation de l'argilite par concassage et tri, ainsi que le traitement des verses, si nécessaire, lors des phases ultérieures de remblayage des ouvrages souterrains.

Le bâtiment permet :

- de stocker l'argilite excavée en dehors des périodes d'activité de mise en verse (stock tampon avant reprise). Le stockage provisoire de l'argilite vise à maintenir un fonctionnement en période d'aléas climatiques et en dehors des périodes d'activité de mise en verse ;
- de préparer l'argilite pour le remblayage. L'argilite excavée, reprise de l'aire de gestion des verses ou récupérée au niveau du puits matériels et matériaux travaux (MMT) est traitée au préalable à la mise en œuvre en remblayage.

Le bâtiment de gestion de l'argilite excavée comprend (cf. Figure 8-38 et figure 8-39) :

- une zone stockage/chargement-déchargement et contrôle ; permettant notamment le tri/concassage évoqué. Cette zone comprend six alvéoles avec chacun un volume tampon d'environ un millier de m^3 ;
- des locaux personnels : cabine de supervision et un bloc sanitaires ;
- des locaux techniques ;
- des espaces extérieurs ;
- une zone réservée pour l'installation du dispositif de traitement des matériaux pour les opérations de fermeture, qui n'est pas nécessaire à la première mise en service.

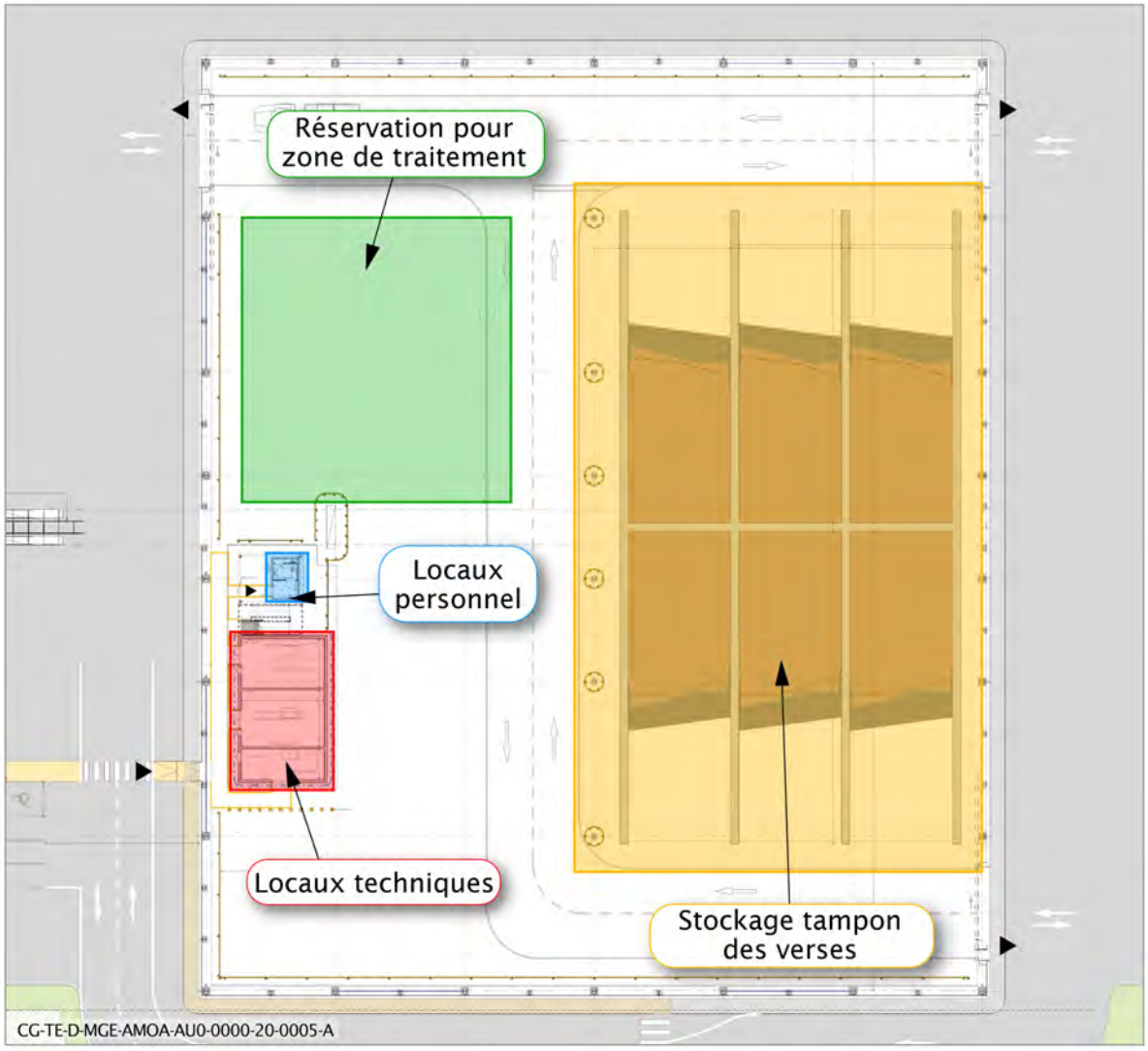


Figure 8-38 Illustration du bâtiment de gestion de l'argilite excavée

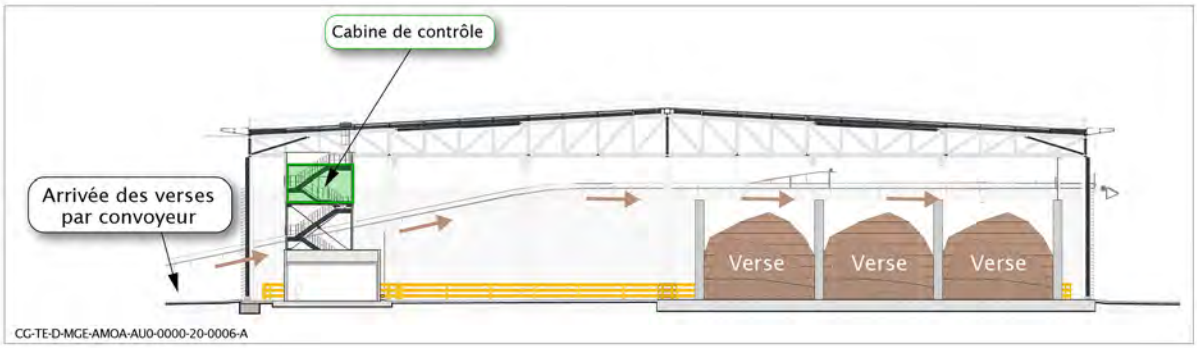


Figure 8-39 Illustration en coupe bâtiment de gestion de l'argilite excavée

8.9.2.3 Le convoyeur interne à la zone puits

L'argilite excavée lors des travaux de creusement est regroupée en surface sur des aires de stockage provisoires (*stockpile*), situées à proximité des points d'extraction, puis acheminés vers la zone de gestion de l'argilite excavée pour mise en verses par convoyeur.

En phase de fonctionnement, les matériaux excavés sont acheminés par le puits « matériels et matériaux travaux » (MMT). L'argilite excavée arrive en surface de la zone puits *via* des *skips*. Elle chemine ensuite au travers de la zone puits travaux à l'aide d'un convoyeur de transfert enterré (cf. Figure 8-40) avant d'être envoyée vers la zone de dépôt ou vers le bâtiment de gestion de l'argilite excavée pour être triées et stockées. Pour information, le convoyeur de matériaux de la liaison intersites provenant de la zone descenderie se connecte à l'ouest de la zone de gestion de l'argilite excavée car est utilisé dans un premier temps, lors de la construction initiale, pour l'amenée de l'argilite creusé *via* les tunneliers. Ce convoyeur de matériaux servira, en complément de l'amenée des matériaux de construction utiles au déploiement de l'installation souterraine, au transfert de l'argilite nécessaire au remblayage de l'installation souterraine (effectué *via* la descenderie de service).

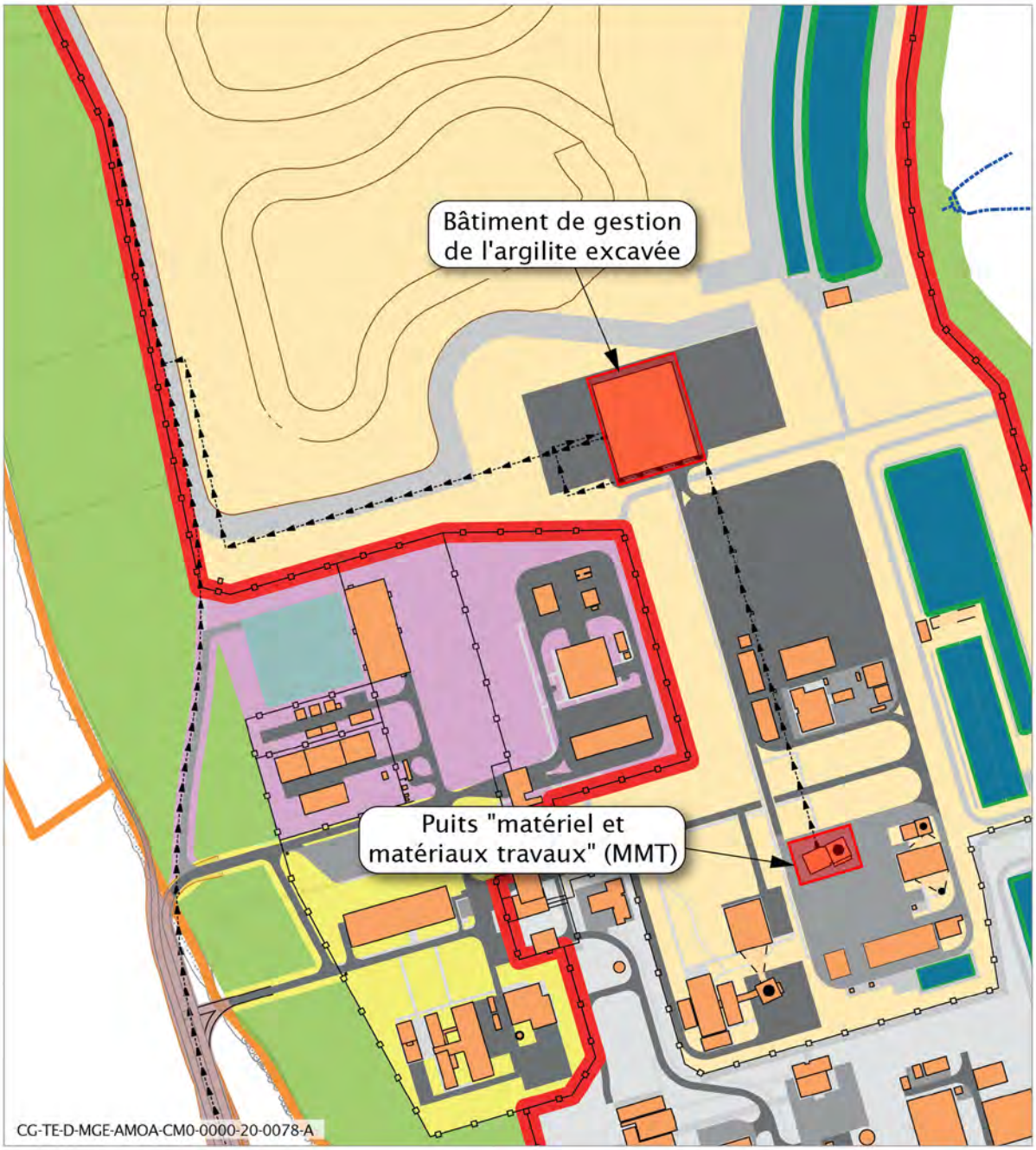


Figure 8-40 *Illustration du cheminement de l'argilite excavée en zone puits – Localisation du convoyeur*

8.10 Les ateliers de maintenance

La localisation des ateliers de maintenance est présentée sur la figure 8-41 pour la zone descenderie et sur la figure 8-42 pour la zone puits.

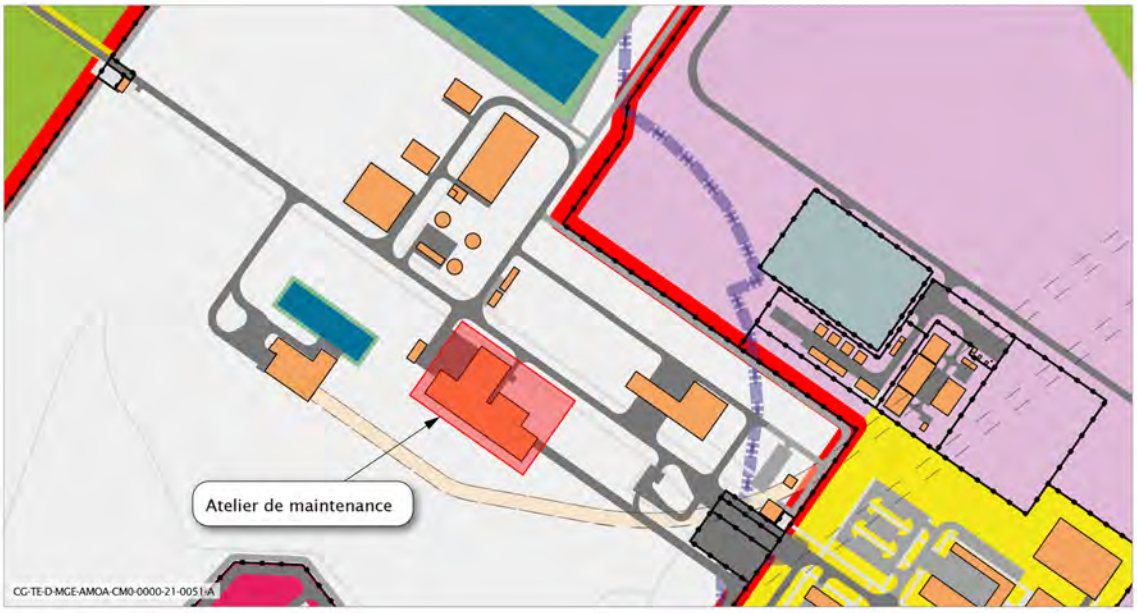


Figure 8-41 *Illustration de la localisation de l'atelier de maintenance de la zone descenderie*

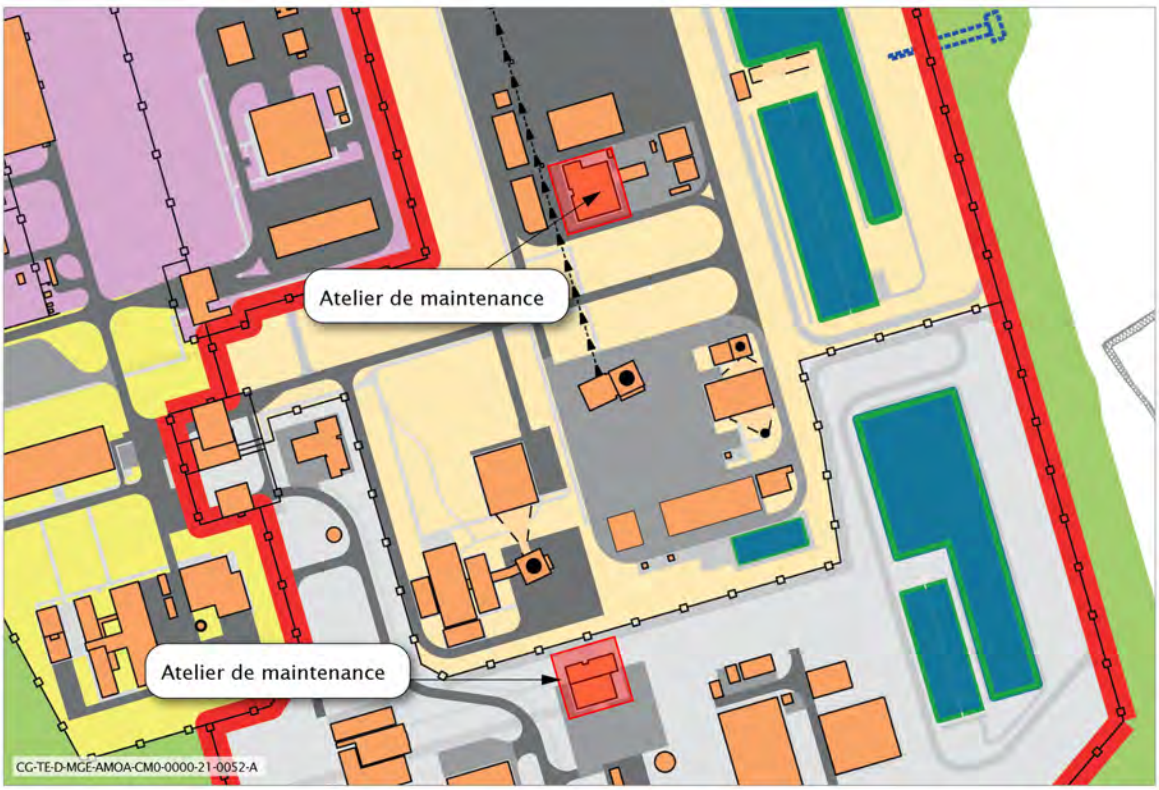


Figure 8-42 *Illustration de la localisation des ateliers de maintenance de la zone puits*

8.10.1 Les fonctions d'exploitation

Les fonctionnalités générales associées aux ateliers de maintenance présents dans la zone descenderie et la zone puits sont les suivantes :

- la maintenance et le stockage de pièces de rechanges nécessaires à l'exploitation des ouvrages de surface ou des ouvrages souterrains ;
- le stockage de pièces de rechange et la maintenance des équipements nécessaires à la construction des ouvrages souterrains.

8.10.2 Les principes de conception et description

8.10.2.1 L'atelier de maintenance de la zone exploitation de la zone descenderie

Un atelier de maintenance est présent dans la zone exploitation de la zone descenderie. Il est situé dans un bâtiment qui comprend (cf. Figure 8-43) :

- un atelier et un magasin ;
- des halls de montage et de test/contrôle des équipements du process nucléaire ;
- des locaux communs (vestiaires/douches, bureaux, salle de réunion).

En complément, un ouvrage de transit et de contrôle des déchets induits conventionnels est positionné sur les aires extérieures de ce bâtiment.

L'utilisation et les besoins de cet atelier sont principalement liés à la maintenance lourde des équipements du process nucléaire.

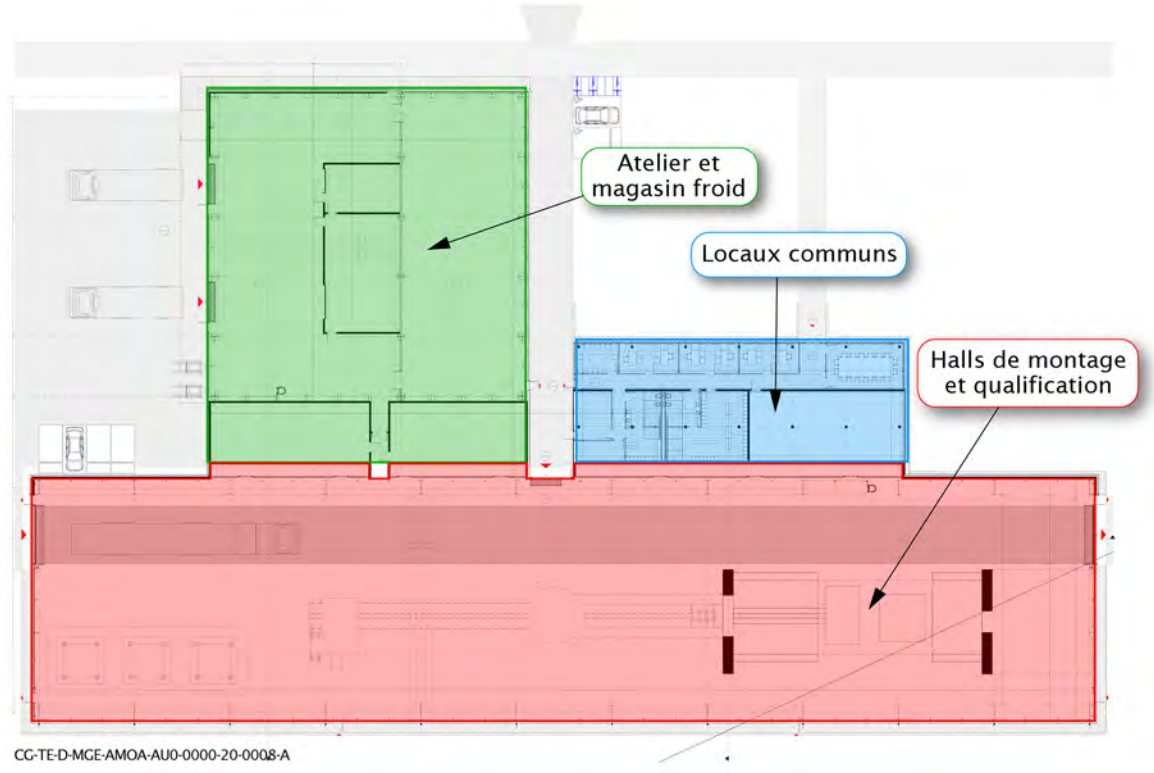


Figure 8-43 *Illustration de l'atelier de maintenance de la zone exploitation de la zone descenderie*

Afin de limiter la coactivité dans les galeries souterraines, les équipements les plus volumineux sont assemblés dans trois halls de montage et de qualification (cf. Figure 8-44) :

- hall de montage des hottes, destiné à accueillir simultanément trois hottes en cours d'assemblage ;
- hall de montage et de test/contrôle des équipements du process de types chariots, navettes, etc. ;
- hall des cellules de manutention des alvéoles MA-VL : contient un dispositif complet représentatif de l'intersection galerie d'accès/galerie de liaison et d'une cellule de manutention. Ce hall permet de retrouver les conditions de manœuvre des hottes, identiques à la situation des galeries souterraines.

Le matériel de manutention installé dans ces halls est un pont roulant de 100 tonnes commun aux trois halls situés dans la continuité les uns des autres.

Figure 8-44 *Illustration des halls de montage et qualification des équipements du process nucléaire*

L'ouvrage de transit des déchets est destiné à accueillir les déchets induits conventionnels issus de la zone exploitation. Il est prévu la mise en place d'un ramassage interne à l'installation nucléaire de base vers cette zone de transit. Ce point de collecte est constitué d'une plateforme de stockage intermédiaire qui constitue en un point unique de ramassage pour les véhicules de collecte rentrant dans la zone exploitation de la zone descenderie.

8.10.2.2 L'atelier de maintenance de la zone puits

Deux ateliers de maintenance sont également présents dans la zone puits, un dans la zone exploitation et un dans la zone puits travaux. Le premier permet la maintenance et le stockage de pièces de rechanges nécessaires à l'exploitation des ouvrages souterrains et le second assure le stockage de pièces de rechange et la maintenance des équipements nécessaires à la construction des ouvrages souterrains.

9

Les liaisons surface-fond de service

9.1 Les puits pour l'exploitation 612
9.2 Les puits pour les travaux 625
9.3 La descenderie de service 632

9.1 Les puits pour l'exploitation

Les puits pour l'exploitation sont au nombre de deux (Figure 9-1) :

- le puits VFE « ventilation air frais exploitation » ;
- le puits VVE « ventilation air vicié exploitation ».

Les puits sont décrits en détail dans le dossier de justification des liaisons surface-fond (27).

Les puits constituent la liaison entre les installations de surface de la zone puits et les ouvrages souterrains. Ils permettent de desservir indépendamment les zones de soutien logistique exploitation et travaux. Leur construction est réalisée de manière à permettre le démarrage de la tranche T1.

Les puits pour l'exploitation assurent la jonction verticale entre la surface et le souterrain (cf. Chapitre 1 du présent volume).

Les puits « ventilation air frais exploitation » (VFE) et « ventilation air vicié exploitation » (VVE) sont localisés en tête, en surface, dans la zone puits exploitation et en pied, en souterrain, dans la zone de soutien logistique exploitation. La correspondance entre la position en souterrain et en surface est présentée sur la figure 9-1.

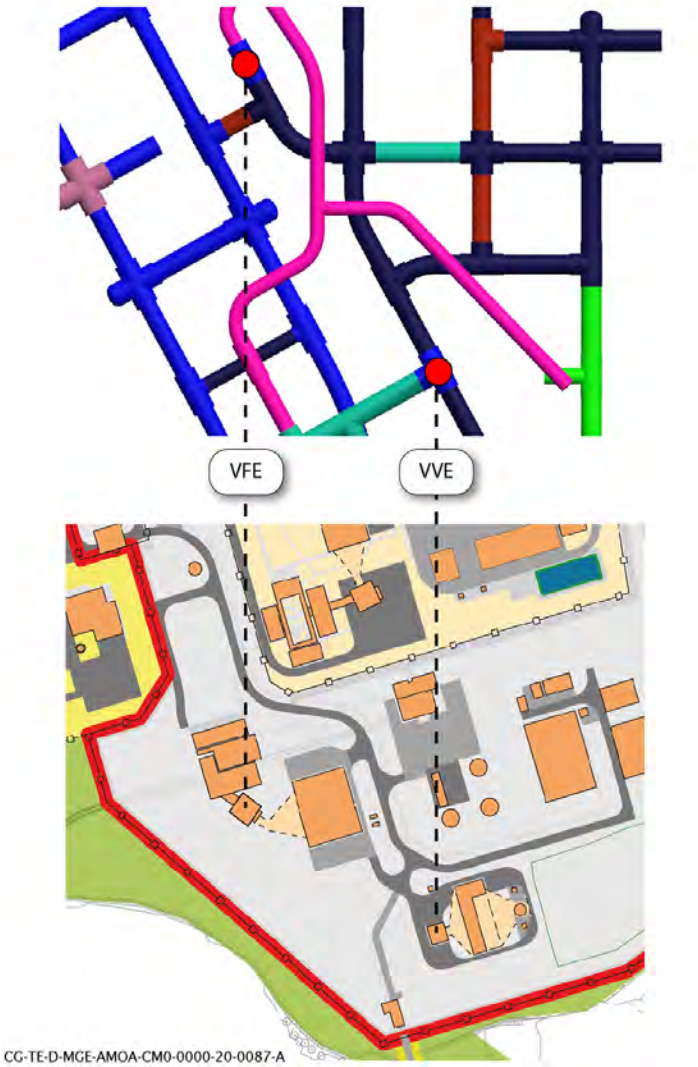


Figure 9-1 Illustration de la correspondance fond/surface des puits d'exploitation

9.1.1 La fonction d'exploitation

9.1.1.1 La fonction d'exploitation du puits « ventilation air frais exploitation » (VFE)

Le puits « ventilation air frais exploitation » (VFE) est exclusivement dédié à l'exploitation et permet :

- de transférer le personnel dédié à l'exploitation et à la maintenance des installations de surface conventionnelles vers la zone de soutien logistique (ZSL Exploitation) ;
- de ventiler et d'alimenter en air frais les ouvrages souterrains par des unités de ventilations situées en surface.

9.1.1.2 La fonction d'exploitation du puits « ventilation air vicié exploitation » (VVE)

Le puits « ventilation air vicié exploitation » (VVE) est exclusivement dédié au retour d'air vicié en zone d'exploitation par mutualisation des flux d'air issus de la ventilation souterraine d'ambiance réputée « propre » sur le plan radiologique (classement C1) et ceux issus de la ventilation des alvéoles et cellules de manutention MA-VL (classement C2) filtrés avant rejet. Le puits est connecté aux unités de ventilation de surface.

9.1.2 Le principe de conception et description

9.1.2.1 Le puits « ventilation air frais exploitation » (VFE)

Le puits « ventilation air frais exploitation » (VFE) est associé à :

- un bâtiment de surface permettant d'accueillir le personnel d'exploitation, d'intégrer une usine de ventilation (cinq unités de ventilation) et d'implanter des locaux techniques associé au puits ;
- une machinerie destinée au levage et implantée dans un bâtiment situé au niveau du sol, sans tour apparente (système de chevalement) ;
- une cage principale (cabine) d'une capacité de 50 personnes ainsi que d'une cage de secours d'une capacité de 8 personnes en cas d'incident.

9.1.2.1.1 Les systèmes de levage

a) La section courante

Le puits « ventilation air frais exploitation » (VFE) comporte une cabine principale destinée à accueillir le personnel d'exploitation à chaque changement de poste (Figure 9-2). La cabine principale est équilibrée par un contrepoids. En cas de panne de la cabine principale, l'évacuation est assurée par la cabine de secours.

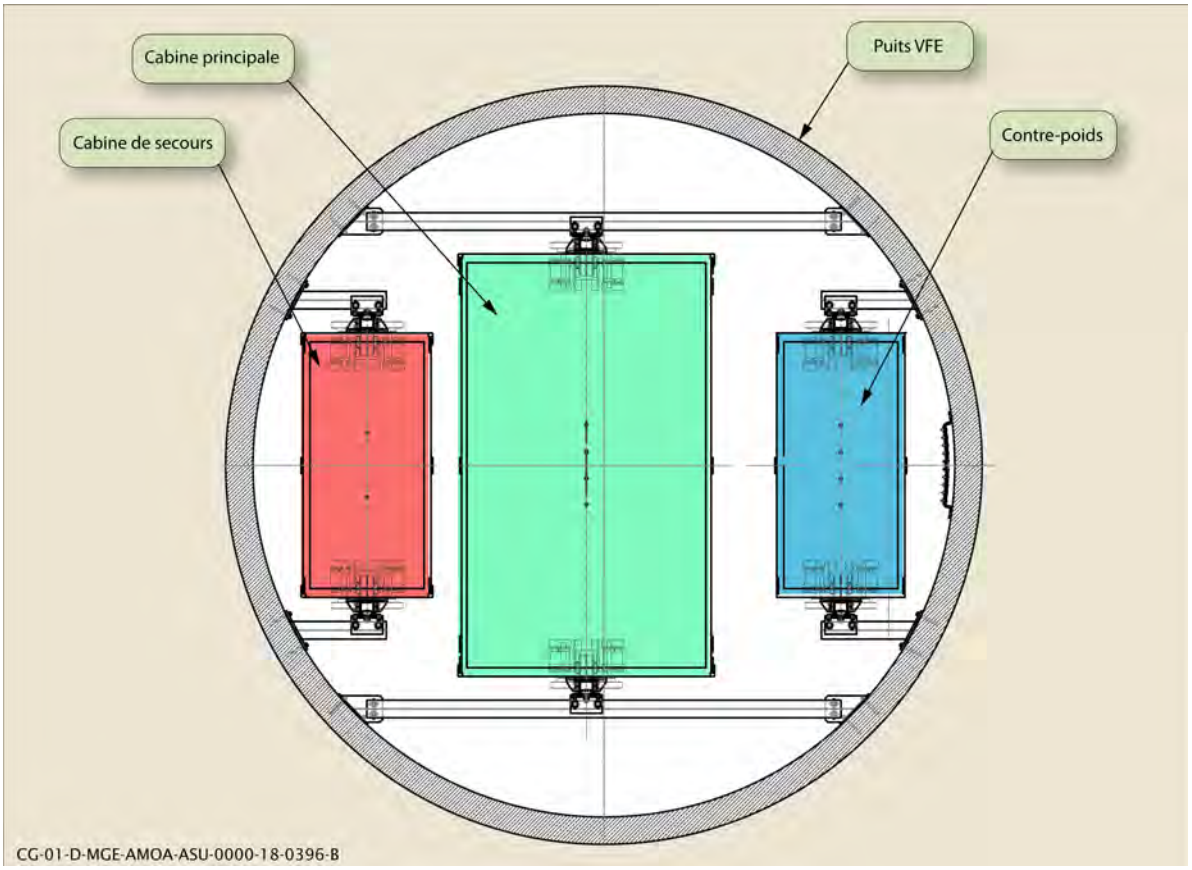


Figure 9-2 Illustration de la section du puits ventilation air frais exploitation (VFE)

Le personnel accède pour l'usage principal uniquement à l'étage inférieur aménagé pour la sécurité des passagers même à forte vitesse, sans possibilité de contact avec la paroi du puits. Un étage ouvert vers l'extérieur est aménagé au-dessus de ces cabines pour l'accès d'une équipe de maintenance chargée d'inspecter régulièrement les parois du puits et les équipements de guidage des cabines. Ces opérations sont réalisées à vitesse réduite ou à l'arrêt (Figure 9-3).

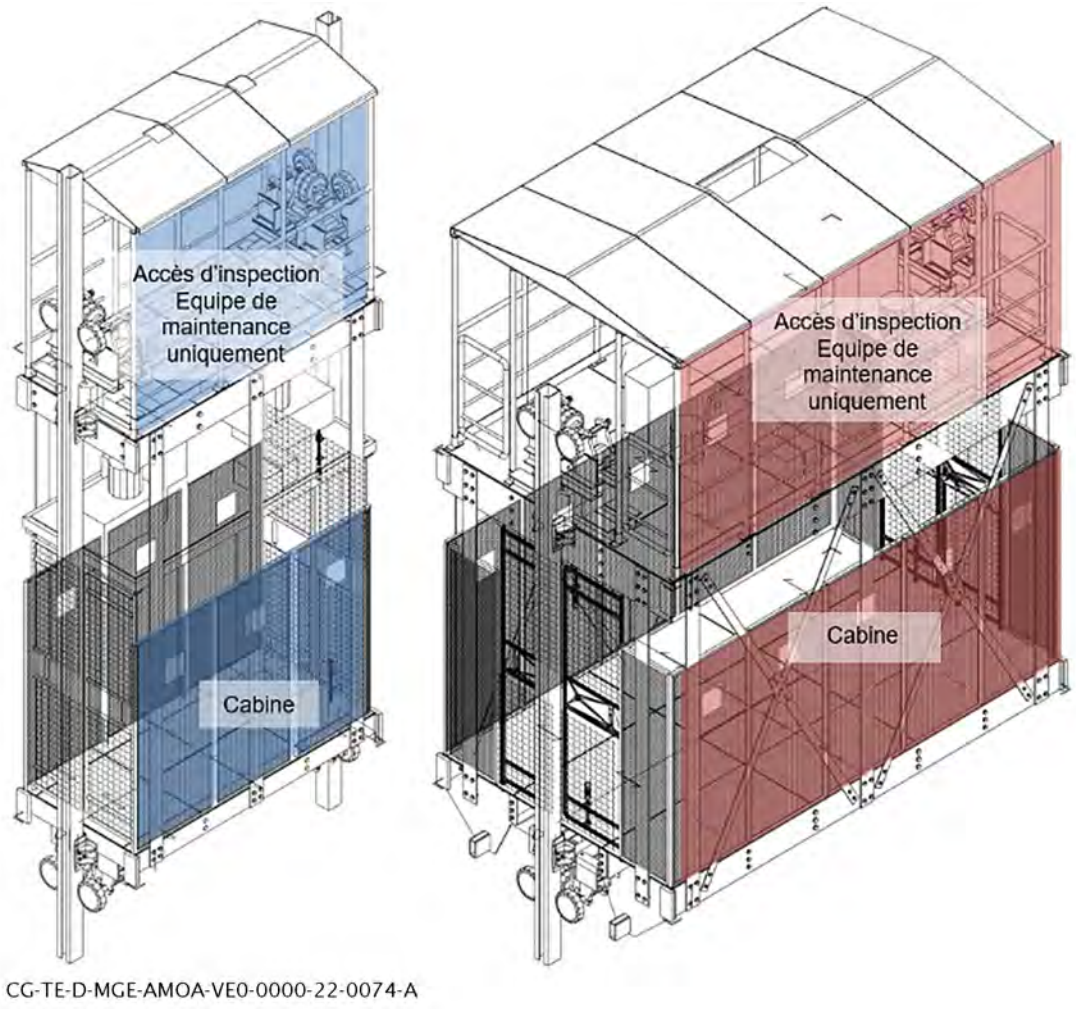


Figure 9-3 *Illustration des cabines du puits ventilation air frais exploitation (VFE) et accès d'inspection/maintenance*

b) Les machineries

La cabine principale étant équilibrée par contrepoids, la mise en mouvement est assurée par des poulies avec renvoi au fond et en tête (Figure 9-4). La cabine de secours est manœuvrée par un système de treuil.

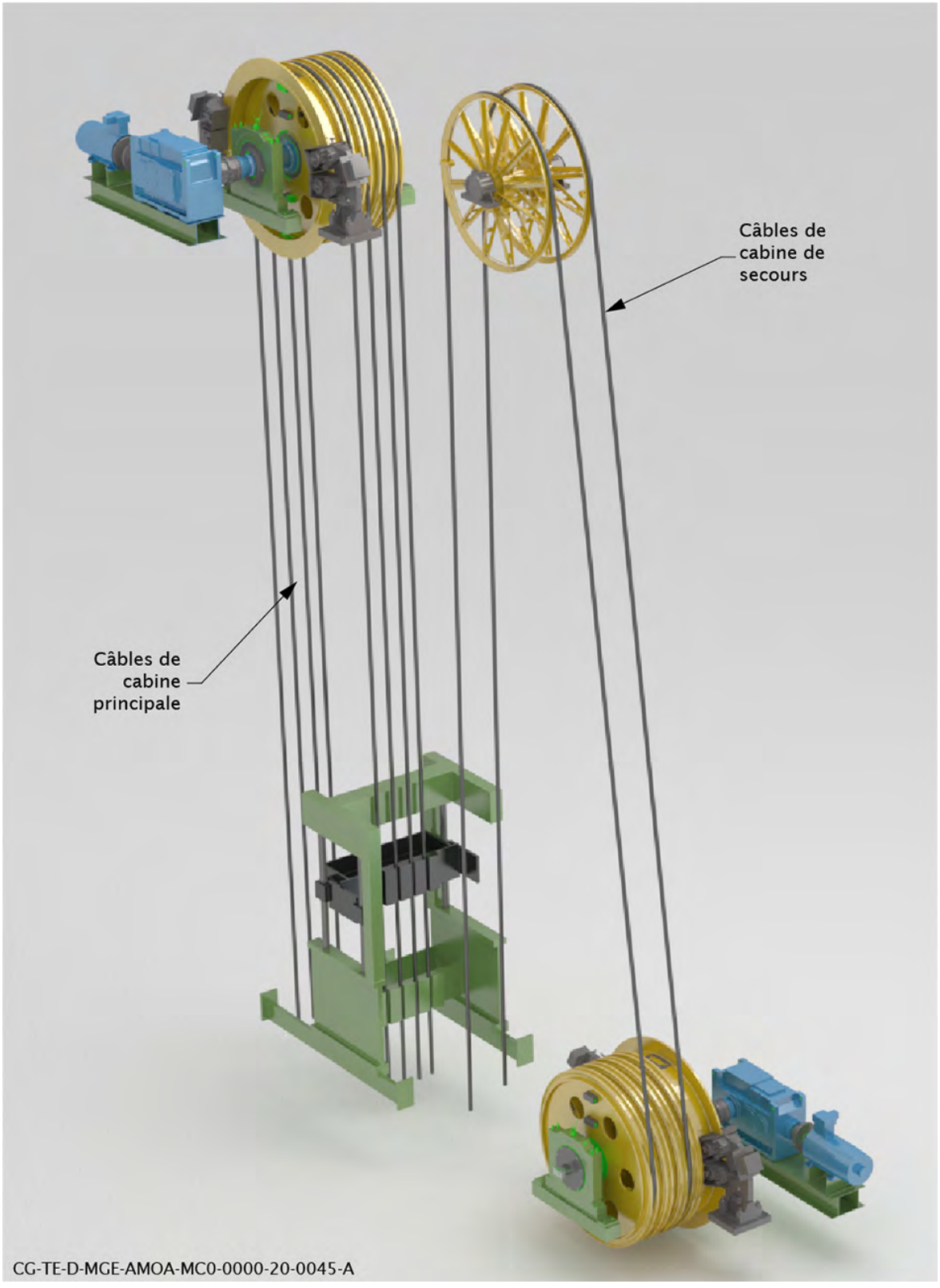


Figure 9-4 *Illustration de la machinerie du puits ventilation air frais exploitation (VFE)*

9.1.2.1.2 La base du puits

La figure 9-5 illustre la base du puits et le bouniou qui possède une capacité de 1 000 m³ pour récupérer les eaux du puits avant relevage.

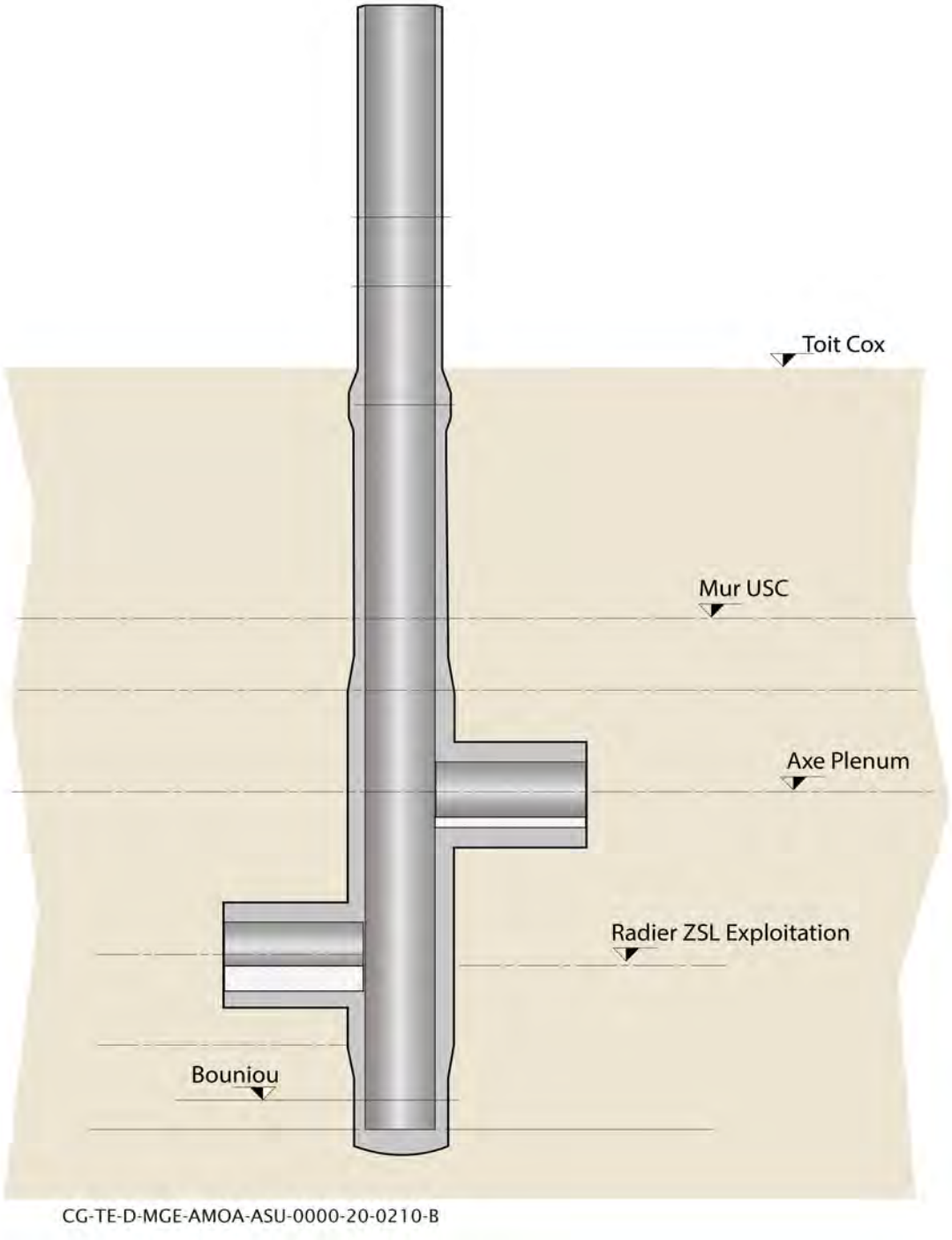


Figure 9-5 *Illustration du puits ventilation air frais exploitation (VFE) – base du puits*

9.1.2.1.3 L'intégration des réseaux dans le puits ventilation air frais exploitation (VFE)

L'intégration des réseaux contrôle commande, courants faibles (FI) et courants forts (FO) dans le corps du puits ventilation air frais exploitation (VFE) est illustrée sur la Figure 9-6.

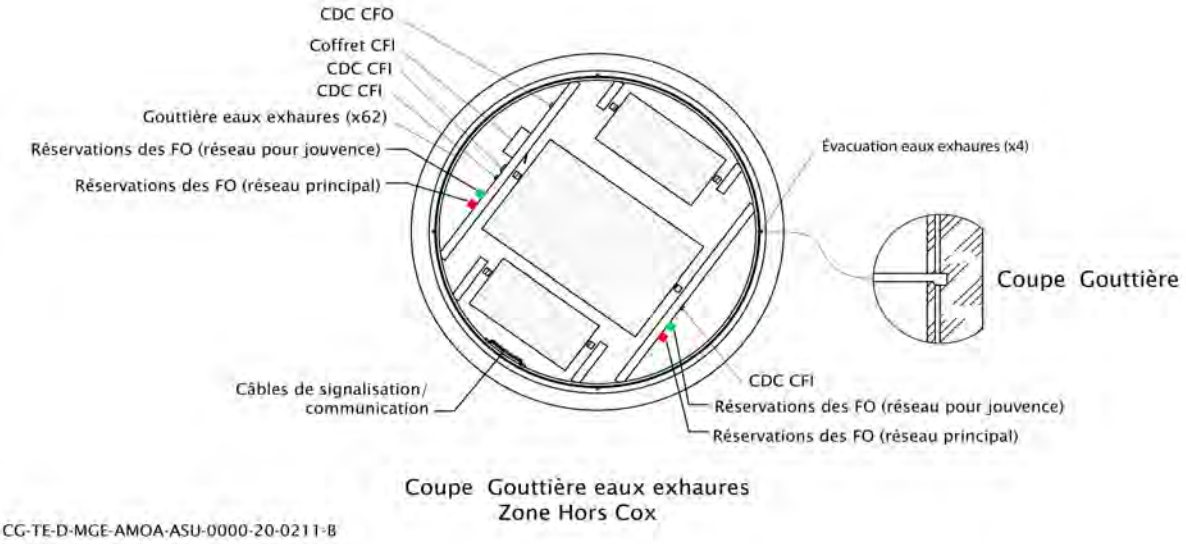


Figure 9-6 *Illustration de l'intégration des réseaux dans le puits ventilation air frais exploitation (VFE)*

La Figure 9-7 illustre le puits ventilation air frais exploitation (VFE) au niveau de la recette et du plénum.

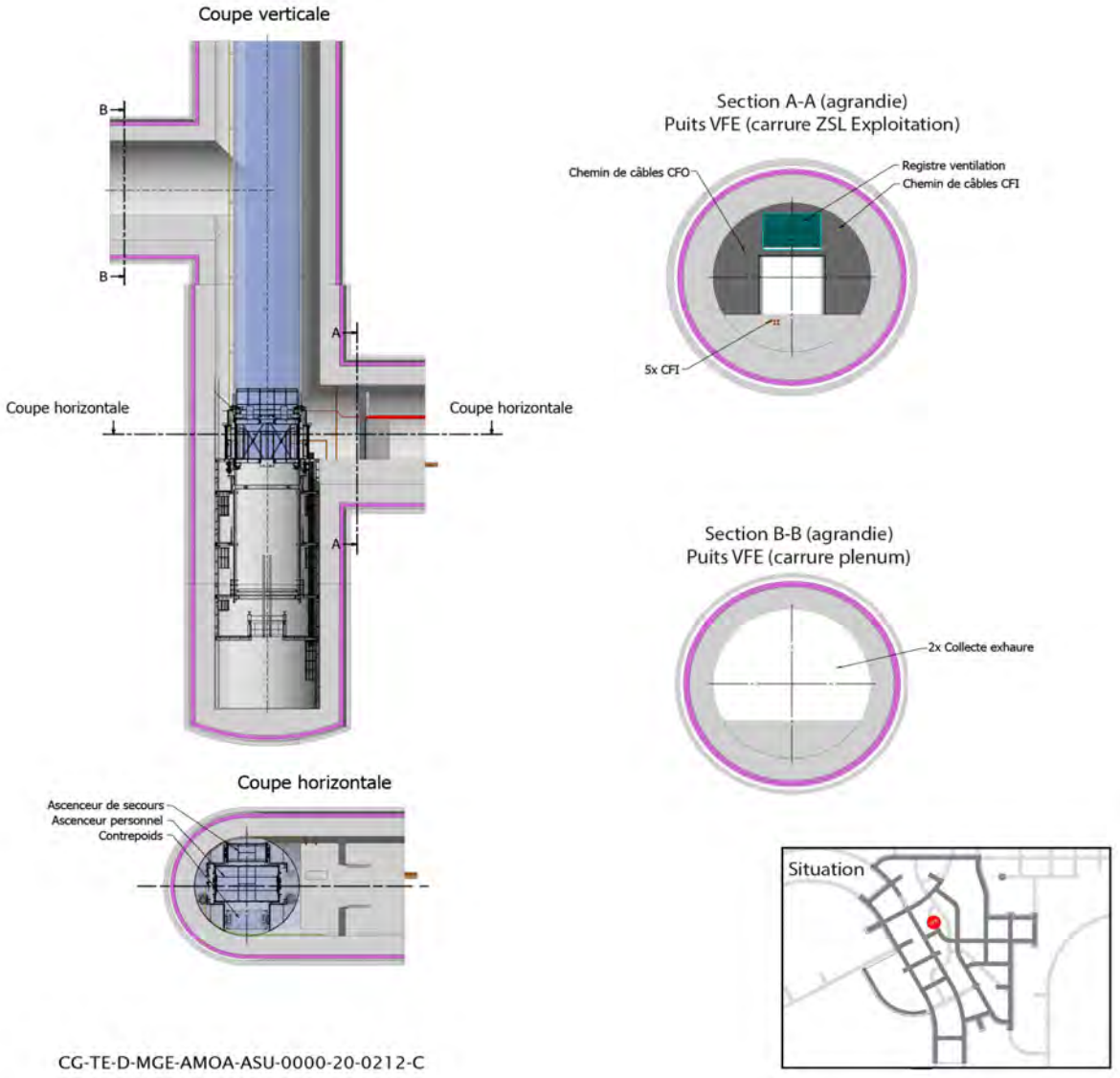


Figure 9-7 *Illustration du puits ventilation air frais exploitation (VFE) – Recette/plénum – Coupes verticale et horizontale et sections*

9.1.2.2 Le puits ventilation air vicié exploitation (VVE)

Le puits VVE n'est pas équipé et reste vide sur toute sa hauteur. La Figure 9-8 illustre la base du puits, avec la connexion à la zone soutien logistique exploitation, au plénum de ventilation et le bouniou d'une capacité de 1000 m³ pour la récupération des eaux.

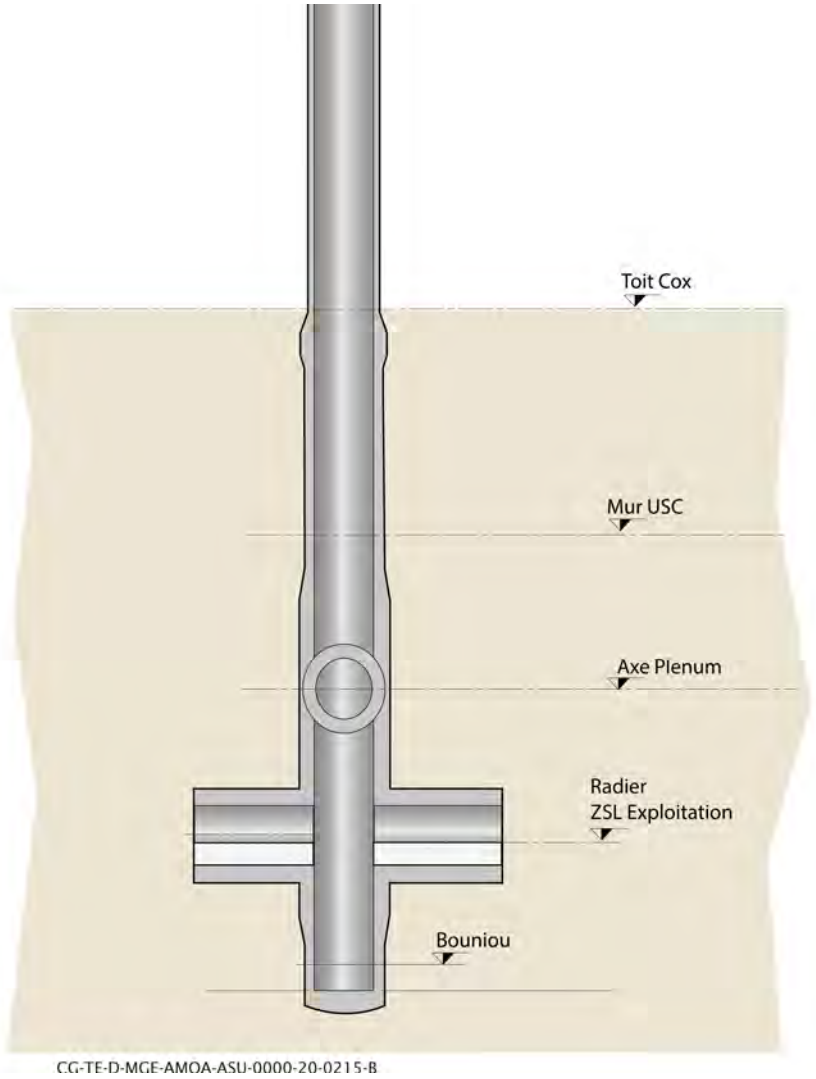


Figure 9-8 *Illustration du puits ventilation air vicié exploitation (VVE) – base du puits*

9.1.2.3 Le réseau d'eaux d'exhaure des puits et étanchéité

Le puits d'extraction d'air vicié (VVE) est étanche durant l'exploitation sur toute sa hauteur et n'est donc pas sujet aux infiltrations d'eaux d'exhaure. L'étanchéité est réalisée au moyen d'une virole métallique implantée dans le revêtement béton ; cette disposition permet d'éviter le risque de migration d'éléments radioactifs en cas de situation incidentelle/accidentelle.

Dans le cas du puits de ventilation d'air frais exploitation, les parois sont étanches sur la partie la plus proche de la surface, jusqu'à la limite de la couche des Calcaires du Barrois. Par conséquent il est nécessaire de collecter et de gérer de manière quotidienne des eaux d'exhaure en fond du puits.

Deux collecteurs récupèrent les eaux d'exhaure auprès d'une rigole annulaire située en zone basse du puits (Figure 9-9). Ce réseau est ensuite dirigé vers l'albraque en cheminant par le plénum de soufflage et la descenderie de service.

L'écoulement de ces eaux d'exhaure depuis la limite du toit du Callovo-Oxfordien du puits ventilation air frais exploitation jusqu'à la recoupe albraque s'effectue par gravité.

Pour ces deux puits, des bulbes d'étanchéité sont mis en place au droit du toit du Kimméridgien et du toit du Callovo-Oxfordien afin de limiter la circulation d'eau dans les niveaux transmissifs des Calcaires du Barrois et des calcaires de l'Oxfordien.

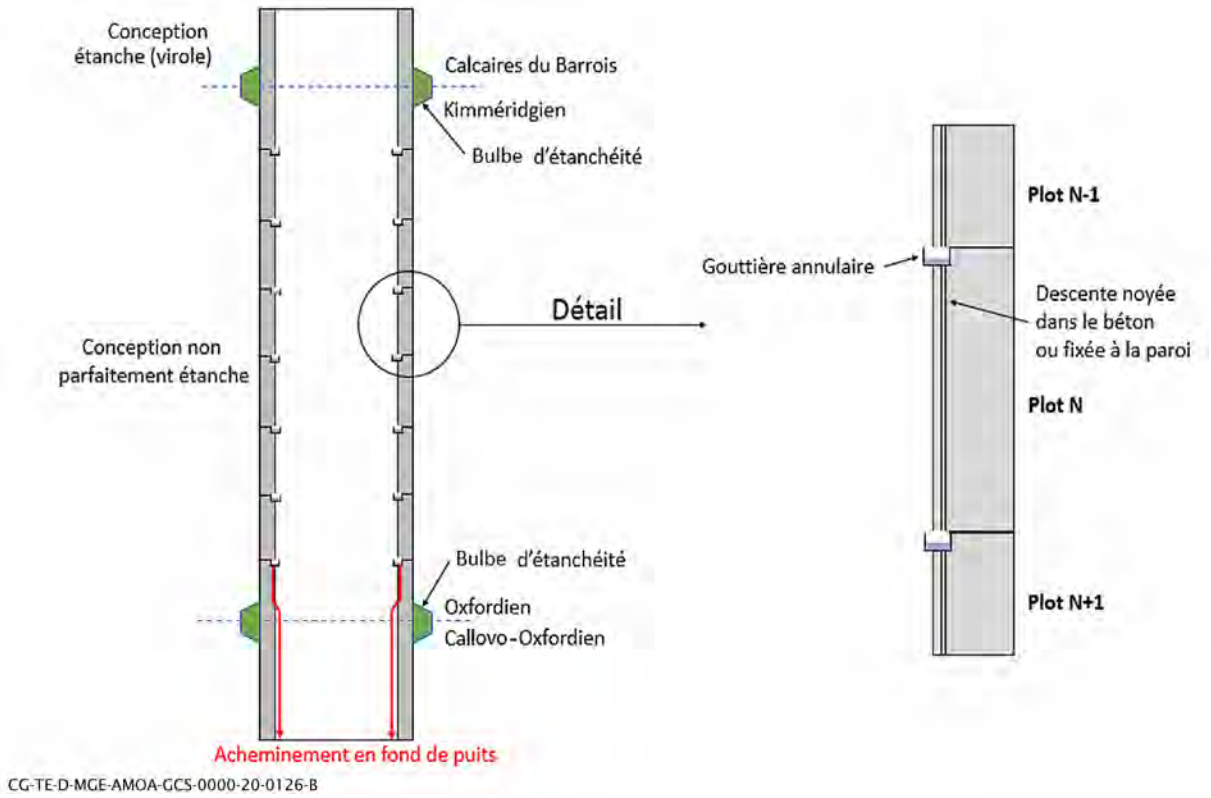


Figure 9-9 *Illustration du schéma de principe de la collecte des eaux d'infiltration pour le puits ventilation air frais exploitation (VFE)*

Le bulbe d'étanchéité

Pour assurer que les puits ne fassent pas de court-circuit hydraulique entre les nappes traversées, on réalise un bulbe d'étanchéité lors du passage entre certaines couches géologiques.

Pour limiter la communication entre les aquifères, un premier bulbe d'étanchéité (cf. Figure 9-10) est mis en place au toit du Kimméridgien (entre l'avant puits et le puits). Pour limiter les arrivées d'eau dans le Callovo-Oxfordien, un second bulbe d'étanchéité est mis en place au toit de celui-ci. Ces bulbes d'étanchéité, installés dans tous les puits, se composent d'injections de collage et d'un composé bentonitique hydrogonflant placé à l'extrados d'un revêtement épais coulé en place (cf. Figure 9-11). L'injection de collage permet de combler les vides de la zone endommagée par le creusement. Le composé bentonitique hydrogonflant permet de recomprimer le terrain sous la pression de bentonite pour en améliorer l'étanchéité.

Une gouttière est mise en œuvre sous le bulbe afin de vérifier le bon fonctionnement de celui-ci. Cette gouttière sera reliée au réseau de récupération des eaux d'exhaure hors Callovo-Oxfordien.

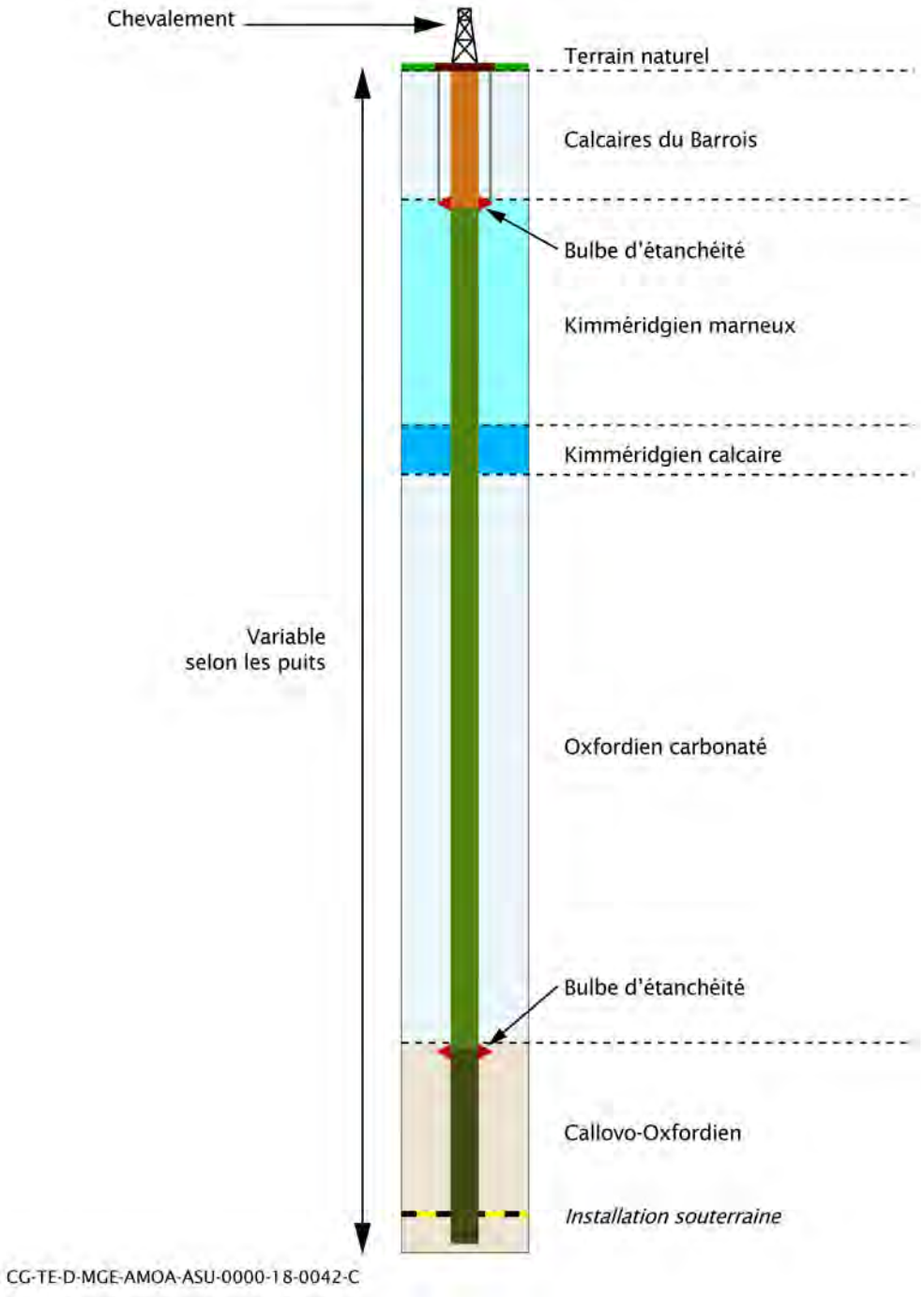


Figure 9-10 *Illustration de la localisation des bulbes d'étanchéité pour l'ensemble des puits*

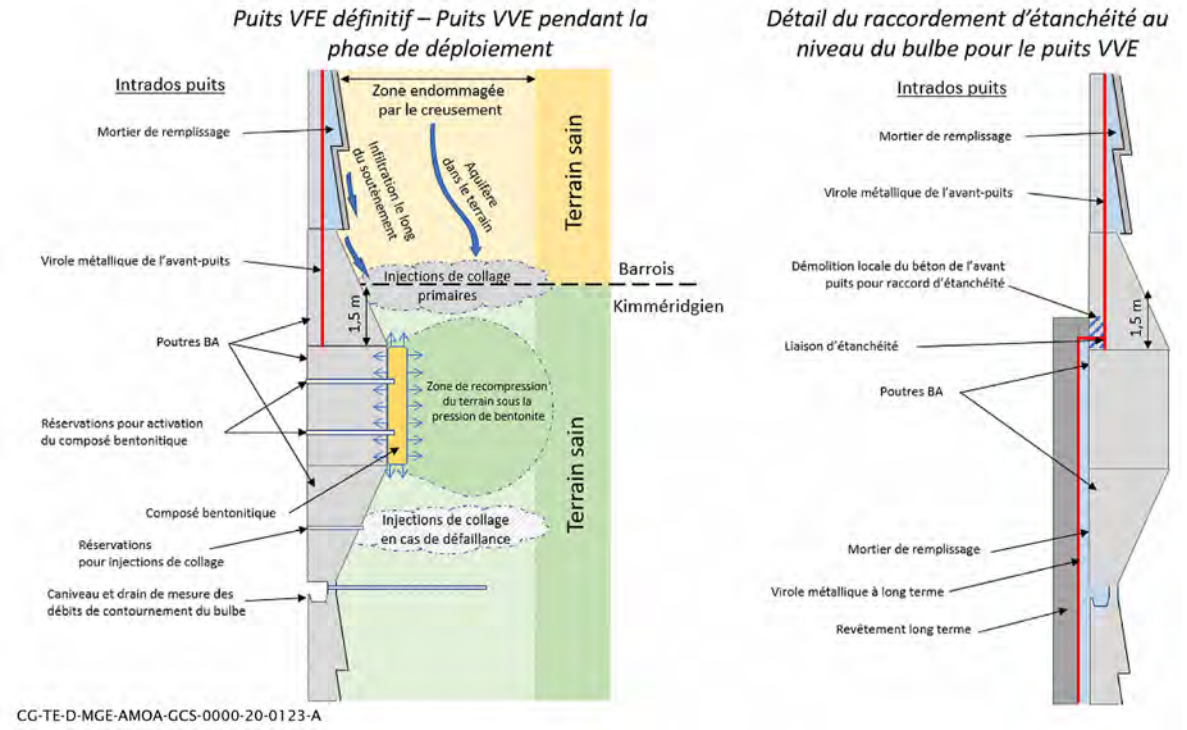


Figure 9-11 Illustration d'un bulbe d'étanchéité au toit du Kimméridgien

9.1.3 Le fonctionnement

9.1.3.1 Le puits « ventilation air frais exploitation » (VFE)

Le puits ventilation air frais exploitation (VFE) est dédié exclusivement à l'activité exploitation de l'installation souterraine (fonctionnement, maintenance, jouvence et fermeture). Il permet le transfert du personnel dédié à l'exploitation et à la maintenance des installations de surface vers la zone de soutien logistique exploitation ainsi que l'apport d'air frais dans l'installation souterraine. La cage principale du puits permet le transfert entre la surface et le fond de 50 personnes (Figure 9-12).

Le puits permet notamment le transfert de :

- du personnel ;
- des secours ;
- de petites pièces de maintenance.

En cas d'incident sur la cage principale, la cage de secours permet l'évacuation de 8 personnes à la fois.

Le puits ventilation air frais exploitation permet l'apport d'air frais dans l'installation souterraine à partir des unités de ventilation situées en surface en zone puits exploitation.

La Figure 9-12 représente schématiquement les coupes verticales et horizontales de la cage du puits ventilation air frais exploitation et les galeries de la ZSL Exploitation. Le personnel, en attente de remontée, est en attente derrière le sas. Les personnes présentes dans l'habitacle sortent par la porte principale et traversent le sas.

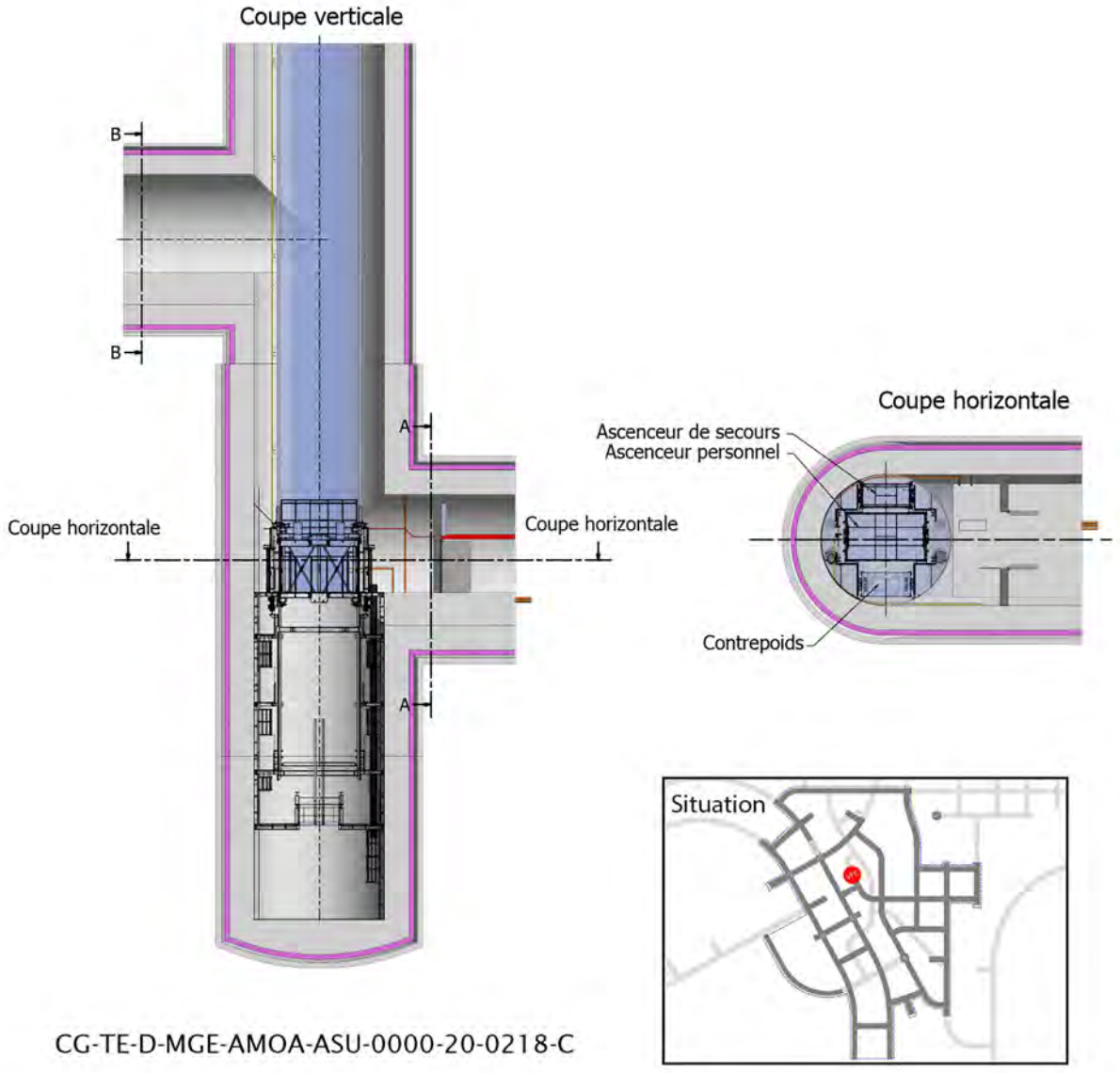


Figure 9-12 *Illustration de coupes verticales et horizontales de la cage du puits ventilation air frais exploitation et des galeries de la ZSL Exploitation*

9.1.3.2 Le puits ventilation air vicié exploitation (VVE)

Tous les flux d'air vicié exploitation sont mutualisés au sein de ce puits (hors descenderies, qui sont également en ventilation montante/retour d'air).

L'inspection du puits et la maintenance des équipements sont assurées à l'aide d'équipements mobiles non permanents.

Seules des inspections du génie civil du puits sont prévues. Ces inspections seront réalisées par le biais de vérifications photogrammétriques, à l'aide d'une caméra (Figure 9-13).

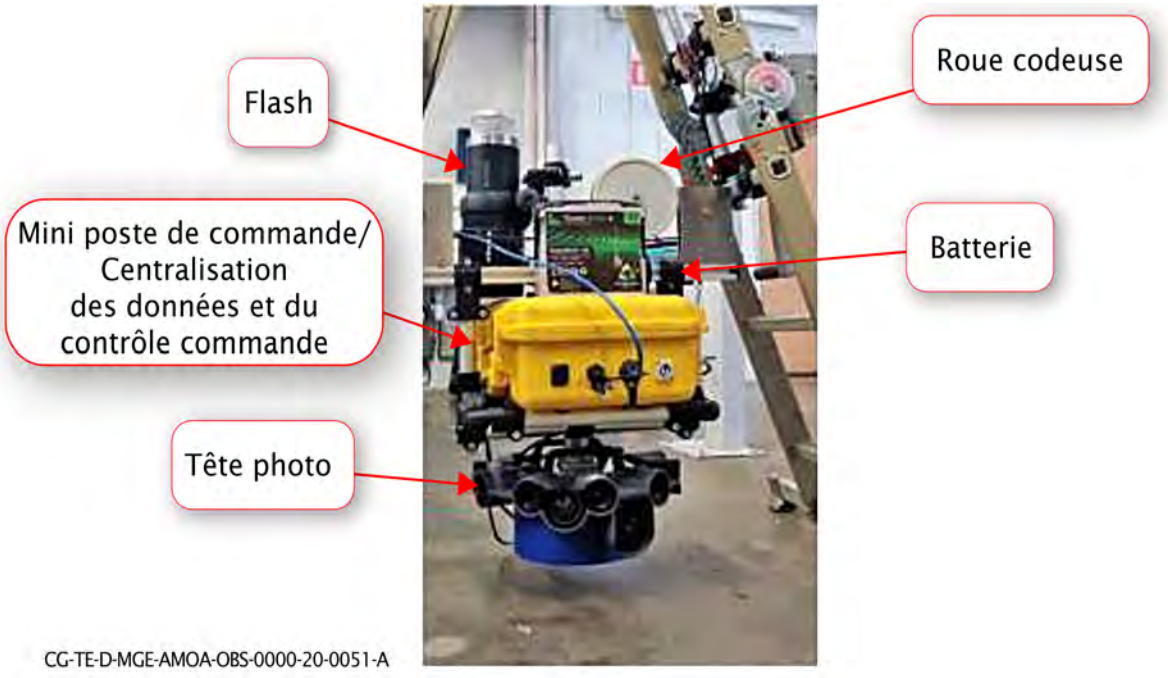


Figure 9-13 *Exemple de caméra pouvant être utilisée pour l'inspection du puits ventilation air vicié exploitation (VVE)*

Lors du constat d'un besoin d'intervention (fissuration, dégradation importante…), la nacelle reposant à demeure dans la coiffe peut être descendue dans le puits, après réalisation d'examens de conformité et de montage.

La géométrie de la porte d'accès permet la sortie de la nacelle de la coiffe à l'aide de moyens mobiles adaptés.

9.2 Les puits pour les travaux

Les puits pour les travaux en souterrain sont au nombre de trois :

- le puits VFT « ventilation air frais travaux » pour le transfert du personnel des installations de surface conventionnelles vers la zone de soutien logistique travaux, ainsi que pour l'apport d'air frais dans la zone travaux ;
- le puits VVT « ventilation air vicié travaux » pour l'extraction d'air vicié des galeries en activité travaux ;
- le puits MMT « matériels et matériaux travaux » pour le transfert des équipements, matériels et matériaux nécessaires aux travaux et l'acheminement vers la surface des déblais issus des excavations. Il permet le transfert d'équipements volumineux.

Par ailleurs, une colonne à carburant (forage depuis la surface) permet une alimentation gravitaire d'une cuve tampon située en zone de soutien logistique travaux pour la recharge des engins de travaux thermiques.

9.2.1 Les fonctions d'exploitation

Les puits pour les travaux (Figure 9-14) assurent la jonction verticale entre la surface et le souterrain (cf. Chapitre 1 du présent volume).

Les puits ventilation air frais travaux » (VFT), « matériels et matériaux travaux » (MMT) et « ventilation air vicié travaux » (VVT) sont localisés en surface dans la zone puits travaux et en souterrain dans la zone de soutien logistique travaux.

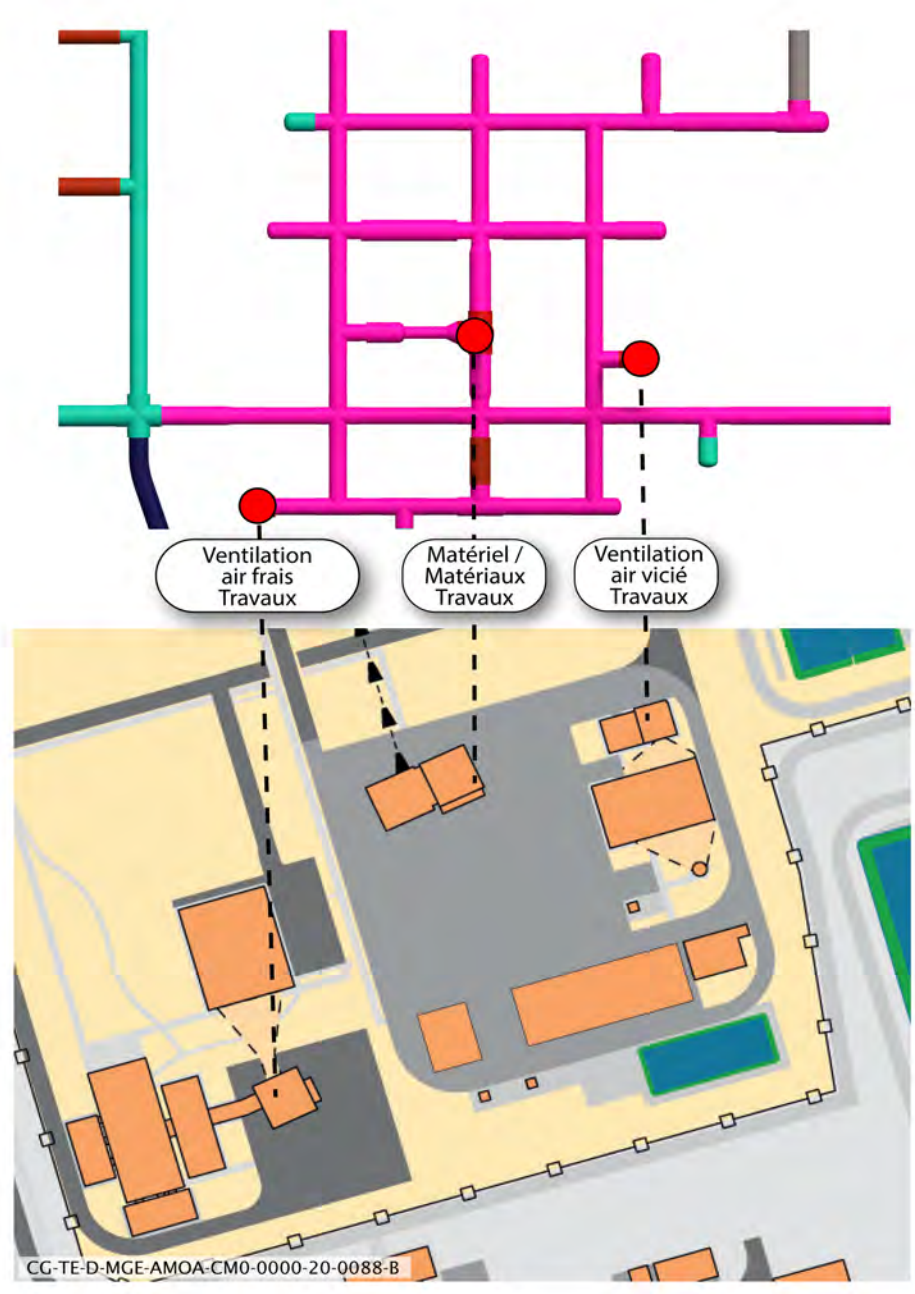


Figure 9-14 Illustration de la correspondance fond/surface des puits travaux

9.2.1.1 Le puits ventilation air frais travaux (VFT)

Le puits ventilation air frais travaux (VFT) est exclusivement dédié à l'activité travaux de l'installation souterraine et permet :

- de ventiler et d'alimenter en air frais les ouvrages souterrains en travaux par des unités de ventilations situées en surface ;
- de transférer le personnel des installations de surface conventionnelles vers la zone de soutien logistique travaux.

9.2.1.2 Le puits ventilation air vicié travaux (VVT)

Le puits ventilation air vicié travaux (VVT) est exclusivement dédié à l'extraction d'air vicié des galeries en activité travaux. Le puits est connecté aux unités de ventilation en surface.

9.2.1.3 Le puits matériels et matériaux travaux (MMT)

Le puits matériels et matériaux travaux (MMT) est essentiellement dédié à l'activité travaux et permet :

- de transférer les équipements, les matériels et matériaux pour les travaux et équipements encombrants du process nucléaire ;
- d'acheminer vers la surface les déblais issus des excavations.

Ainsi :

- les matériels et matériaux entrants sont transférés par une cage nécessaire aux transferts de charges importantes tels que les toupies à béton, les équipements, et les moyens de manutention. La capacité de charge de la cage est de 30 tonnes ;
- les flux de déblais travaux sortants sont extraits par le puits MMT *via* un skip d'extraction. La charge utile du skip est voisine de celle de la cage (environ 30 tonnes).

9.2.2 Les principes de conception et la description

9.2.2.1 Le puits « ventilation air frais travaux » (VFT)

Le puits « ventilation air frais travaux » (VFT) est associé à :

- un bâtiment de surface permettant d'accueillir les personnels travaux d'intégrer les unités de ventilation et d'implanter des locaux techniques est associé au puits ;
- une machinerie destinée au levage des cages est implantée dans un bâtiment situé au niveau du sol, sans tour apparente ;
- une cage principale de 50 personnes est installée ainsi qu'une cage de secours de 8 personnes en cas d'incident.

9.2.2.2 Le puits « ventilation air vicié travaux » (VVT)

Le puits ventilation air vicié travaux (VVT) ne possède pas de moyen de levage ; les inspections sont assurées par des moyens de type nacelle. Ce puits est associé à un bâtiment de surface dédié au système de ventilation (quatre unités de ventilation).

9.2.2.3 Le puits « matériels et matériaux travaux » (MMT)

Le puits « matériels et matériaux travaux » (MMT) est associé à :

- Un bâtiment de surface intégrant un chevalement (environ 60 mètres de hauteur) et un bâtiment technique ;
- une machinerie destinée au skip et au levage des cages implantée dans un bâtiment avec une tour métallique ;
- une cage de secours de capacité huit personnes; permettant aussi d'effectuer les opérations de maintenance du puits.

9.2.2.4 Le réseau d'eau d'exhaure des puits et l'étanchéité

Les eaux d'infiltrations des puits pour les travaux (VFT, VVT et MMT) sont collectées directement par des caniveaux circulaires mis en place à chaque reprise de bétonnage du revêtement. Ces caniveaux sont reliés entre eux par des descentes qui acheminent l'eau de manière gravitaire jusqu'au en voûte des galeries au pied de chaque puits, et puis toujours de manière gravitaire vers un bassin de collecte positionné dans le bouniou du puits VVT. Un pompage remonte ensuite les eaux vers la surface.

Les eaux industrielles (air de lavage et autres besoin ponctuels) sont acheminées vers le bassin de collecte positionné dans le bouniou du puits VVT (cf. Figure 9-15).

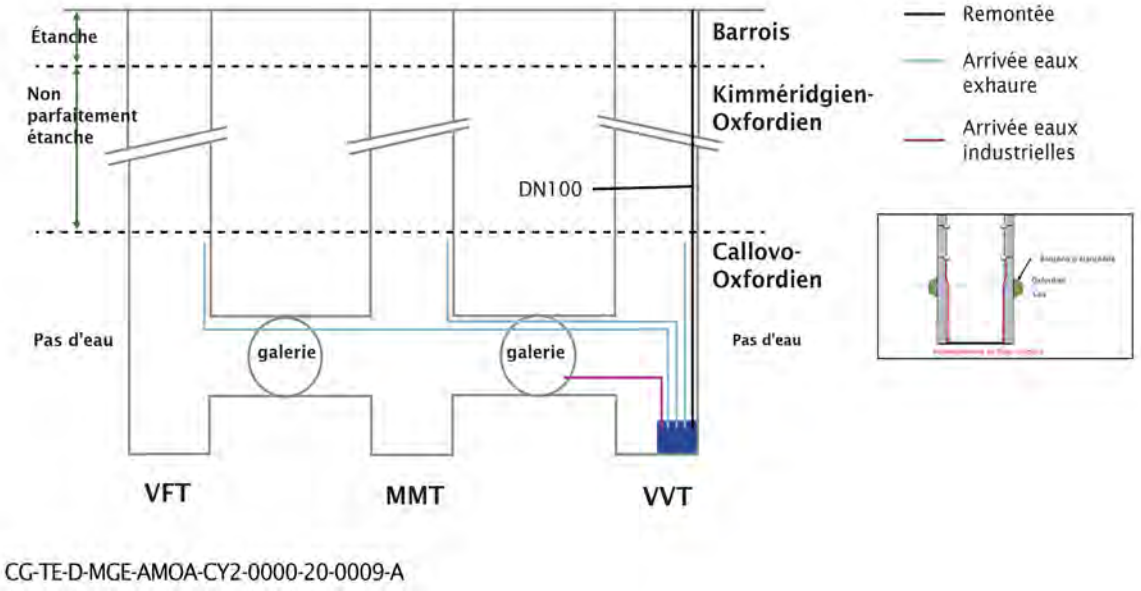


Figure 9-15 *Illustration du schéma de principe du réseau d'eau d'exhaure & industrielle des puits travaux*

9.2.2.5 La colonne à carburant

L'ouvrage de tête de la colonne à carburant est situé au droit du local cuve tampon de carburant et à proximité de l'aire carburant de surface de la zone travaux, comme illustré dans la Figure 9-16.

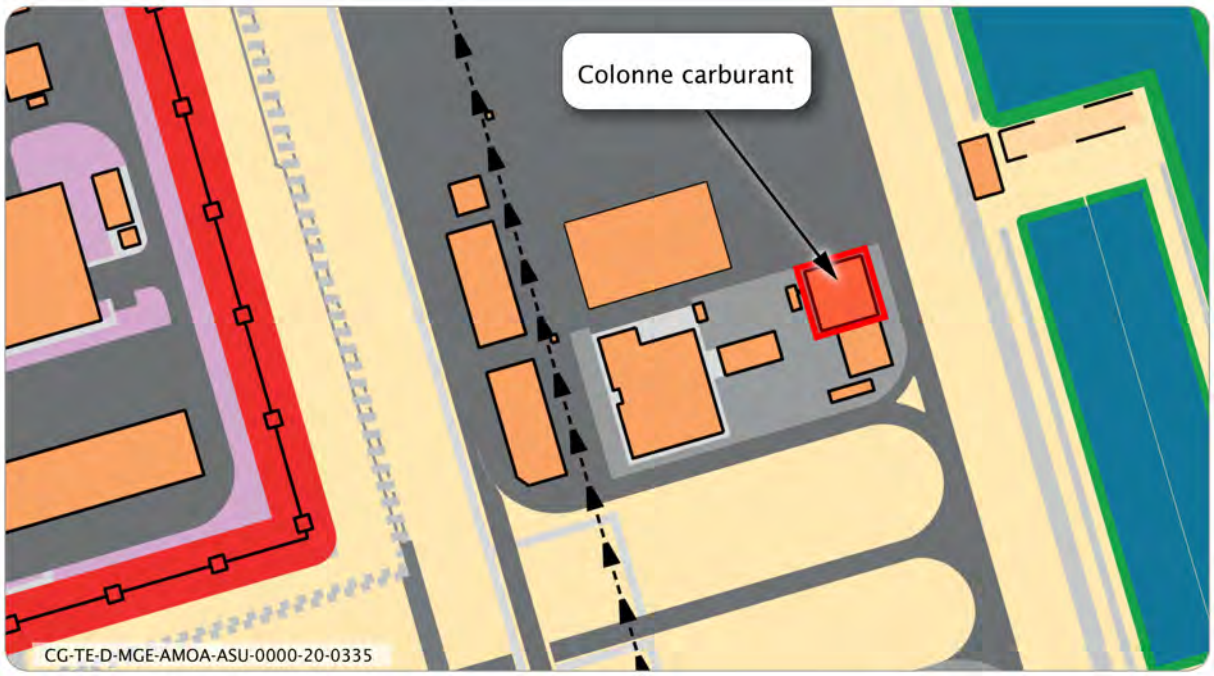


Figure 9-16 Illustration de la localisation du forage de la colonne à carburant

L'équipement en surface consiste en une cave semi-enterrée contenant la tête de forage et la colonne à carburant suspendue. Un évent permet une utilisation gravitaire de la colonne. Une cuve tampon avec une pompe est prévue en amont de la tête de forage.

Cette couverture est amovible afin de permettre l'accès d'un atelier d'entretien pour remonter la conduite à carburant, si nécessaire pour réparation ou jouvence.

Une canalisation souterraine (enterrée ou en caniveau) est mise en place de manière à alimenter la tête de la conduite carburant.

La demande en carburant est commandée à partir du fond.

Le transfert de carburant s'effectue à partir de la surface en une seule opération avec un débit tel que la charge de la colonne reste faible. Après transfert, cette charge est déterminée par la hauteur du siphon inférieur et on peut considérer que la conduite est globalement vide. Le risque de fuite est ainsi fortement minimisé.

9.2.3 Le fonctionnement

9.2.3.1 Le puits « ventilation air frais travaux » (VFT)

La majorité du personnel travaux accédant au fond le fera par le biais des ascenseurs du chevalement du puits VFT. La cinématique d'entrée/sortie du personnel du et vers le chevalement est décrite ci-dessous (Figure 9-17).

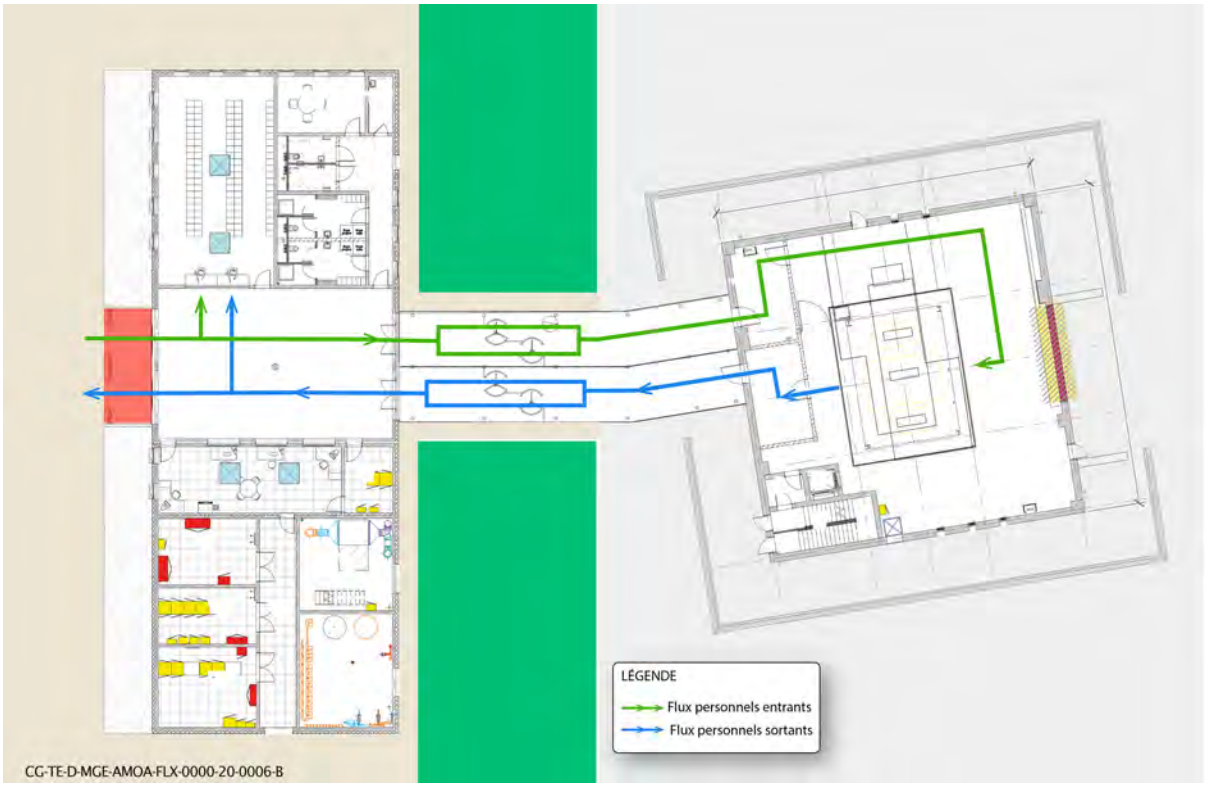


Figure 9-17 *illustration du schéma de principe des flux personnels entrant et sortant du chevalement du puits VFT*

Après s'être changé dans les vestiaires, le personnel récupère au niveau de la lampisterie son matériel (lampes, détecteurs…), passe par des portiques de contrôle d'accès, pénètre dans le chevalement *via* le sas d'entrée et rejoint ensuite l'ascenseur personnel avant d'accéder au fond.

Le personnel en provenance du fond quittera le chevalement par le sas de sortie, rejoindra le bâtiment lampisterie après avoir franchi des portiques de contrôle d'accès, et retournera son matériel au guichet de la lampisterie avant de se diriger vers les vestiaires, à l'extérieur du bâtiment lampisterie.

Les flux entrants et sortants sont séparés dans le couloir reliant la lampisterie au chevalement, et dans le chevalement lui-même : les cheminements sont disjoints, l'ascenseur personnel possédant notamment deux portes opposées, une pour le flux entrant, et l'autre pour le flux sortant. Il n'est pas fait de distinction entre les flux entrant et sortant au sein du bâtiment lampisterie, le plan de celui-ci étant simplifié.

La cage d'escalier desservant les niveaux du chevalement a été dimensionnée de manière à être brancardable, ceci permettant l'évacuation d'une personne blessée depuis les étages supérieurs du chevalement.

La cage principale permet le transfert du personnel des installations de surface conventionnelles vers la ZSL travaux ainsi que l'apport d'air frais dans la zone travaux.

La cage principale permet également aux équipes de secours d'atteindre rapidement le fond (*via* un mode de fonctionnement « secours ». En cas de panne de la cage principale, une cage de secours est disponible et permet d'évacuer l'ensemble du personnel de la cage principale en moins de 20 minutes. Le transport des brancards en position horizontale est possible dans les deux cages.

La Figure 9-18 illustre schématiquement la circulation du personnel entre la cage du VFT au fond et les galeries de la ZSL travaux. Le personnel, en attente de remontée, est en attente derrière le sas. Les personnes présentes dans l'habitacle sortent par la porte principale et traversent le sas.

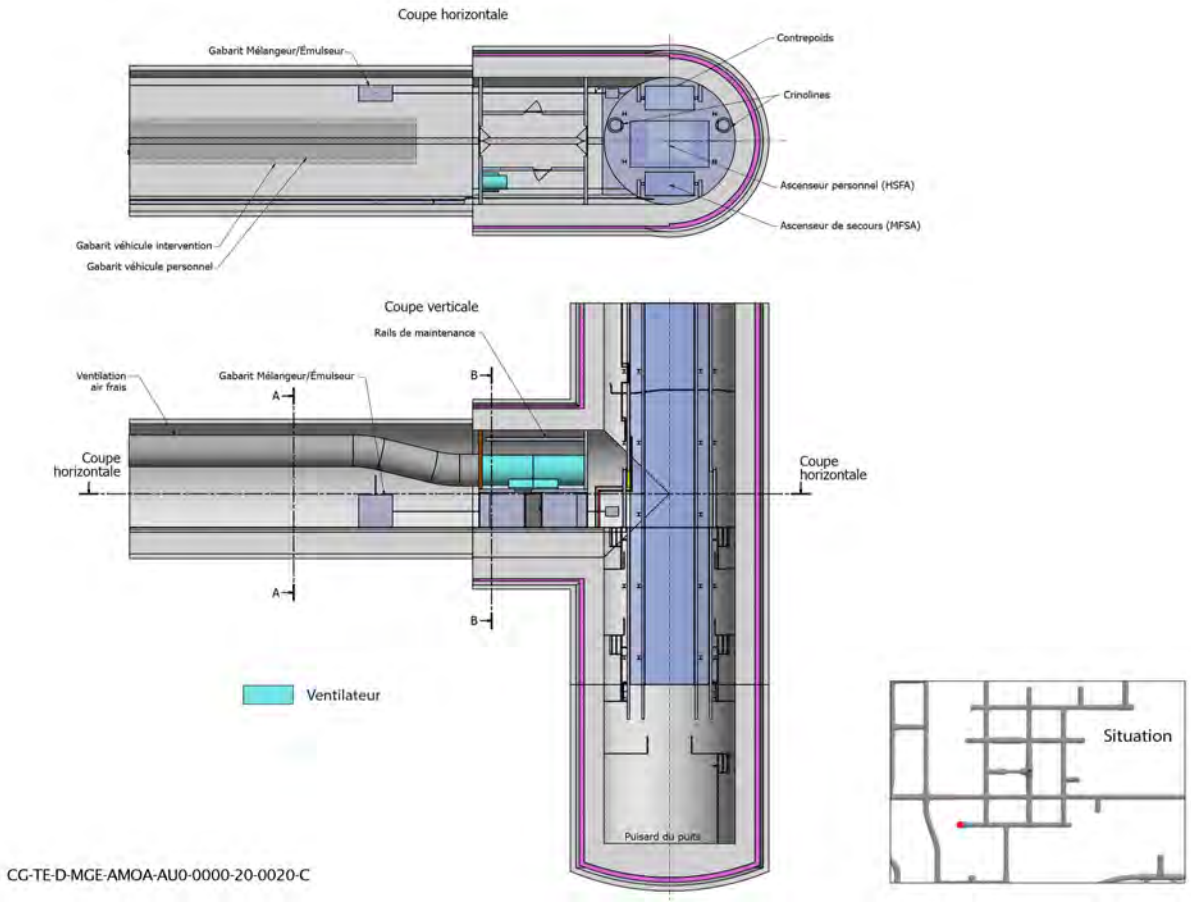


Figure 9-18 *Illustration du principe de circulation du personnel en recette souterraine du puits VFT*

9.2.3.2 Le puits ventilation air vicié travaux (VVT)

Le puits VVT est dédié à l'extraction d'air vicié des galeries en activité travaux.

Ce puits n'étant pas équipé de système de levage à demeure, l'inspection du puits et la maintenance des équipements sont assurées à l'aide d'équipements mobiles non permanents. Les dispositifs sont identiques à ceux décrit au chapitre 9.1.3.2 du présent volume pour le puits ventilation air vicié exploitation.

Le puits est passif (tube vide sur l'ensemble de sa hauteur, sans équipement).

9.2.3.3 Le puits « matériels et matériaux travaux » (MMT)

Le puits MMT est principalement dédié à l'activité travaux et permet de transférer les équipements, les matériels et matériaux nécessaires aux travaux et d'acheminer vers la surface les déblais issus des excavations.

9.3 La descenderie de service

9.3.1 Les fonctions d'exploitation

La descenderie de service (Figure 9-19) est utilisée pour les opérations de maintenance, la remontée d'effluents et de déchets induits ainsi que pour les opérations d'évacuation et de secours. Elle possède sa propre émergence en surface dans la zone de descenderie. Elle est reliée, en pied, à la zone de soutien logistique exploitation. Elle dessert le démonstrateur de scellement de descenderie (cf. Chapitre 16 du présent volume).

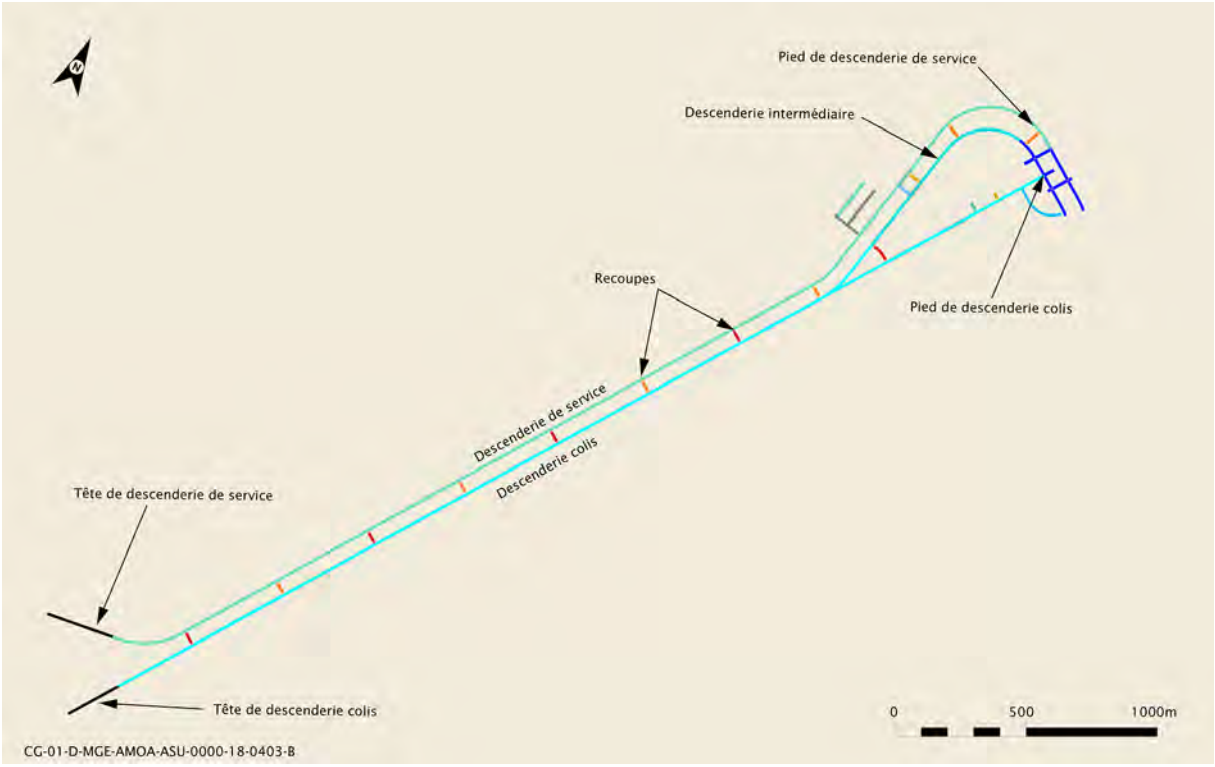


Figure 9-19 Illustration de la descenderie de service

Les principales fonctions d'exploitation de la descenderie de service sont :

- permettre de ventiler l'installation souterraine (ZSL exploitation) à travers la descenderie de service (extraction d'air). Pendant la phase d'exploitation, la ventilation des descenderies est ascendante en pleine section. Elle est assurée par soufflage depuis le plénum de ventilation en zone de soutien logistique exploitation (cf. Chapitre 10.1.2.9 du présent volume) ;
- permettre le passage et l'alimentation électrique HTA pour la zone souterraine ;
- contrôler les flux et l'accès du personnel et des visiteurs ;
- contrôler les flux et l'accès des matériels/matériaux et véhicules ;
- permettre un cheminement sécurisé pour le personnel ;
- accueillir les moyens de maintenance :
  - ✓ accès à la descenderie colis *via* les recoupes techniques ;
  - ✓ effectuer les opérations de maintenance ;
- permettre les opérations d'évacuation et de secours ;
- permettre l'évacuation des effluents et déchets induits d'exploitation.

9.3.2 Le principe de conception et la description

La descenderie de service est composée de trois parties :

- la tête de descenderie de service située dans la zone exploitation de la zone descenderie ;
- le corps de la descenderie ;
- le pied de la descenderie de service reliée à la zone de soutien logistique exploitation.

9.3.2.1 La tête de la descenderie de service

La descenderie de service est reliée à la zone d'installation de surface par le bâtiment de tête de la descenderie de service qui comprend des vestiaires et accès à l'installation souterraine (contrôle des flux entrée/sortie) et un bâtiment dédié à la fonction ventilation/désenfumage (cf. Chapitre 8 du présent volume).

D'un point de vue fonctionnel, la descenderie de service est conçue pour permettre les transferts exceptionnels en phase d'exploitation (chariot, navette, table tournante, etc.). En dehors de ces transferts, la descenderie de service permet le croisement de deux véhicules (secours ou service).

9.3.2.2 Le corps de la descenderie de service

9.3.2.2.1 Hors Callovo-Oxfordien

D'un point de vue fonctionnel, le profil en travers de la descenderie de service est conçu pour permettre l'intégration du gabarit dimensionnant en phase exploitation pour ses transferts exceptionnels (chariot, navette, table tournante…) (Figure 9-20). En dehors de ces transferts, la descenderie de service permet le croisement de deux véhicules (secours ou service).

Comme pour la descenderie colis, le revêtement de la descenderie de service hors Callovo-Oxfordien est constitué par des anneaux de voussoirs en béton armé préfabriqués, (conception rigide).

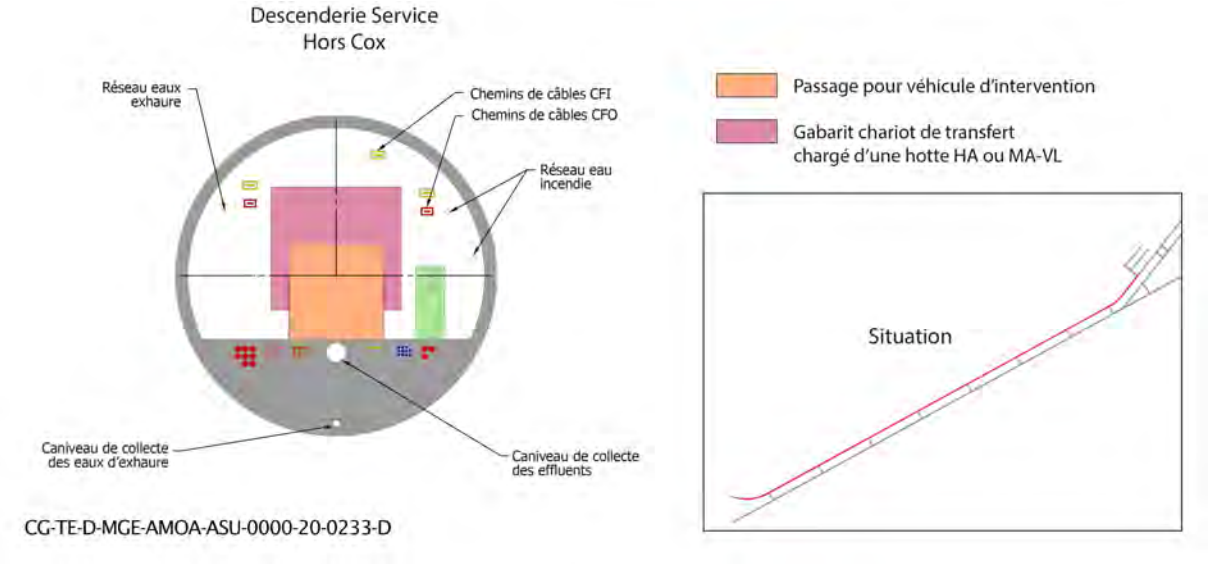


Figure 9-20 *Illustration de la descenderie de service – Section hors Callovo-Oxfordien creusée au tunnelier*

Les réseaux cheminant en descenderie de service sont :

- les réseaux fluides :
  - ✓ drain de collecte des eaux d'exhaure dans l'anneau de voussoirs (vers la recoupe albraque) ;
  - ✓ réseau de relevage des eaux d'exhaure (vers la surface) ;
  - ✓ réseau Incendie ;
  - ✓ réseaux de relevage des eaux d'exhaure HA (quartier pilote HA, sous-quartiers de stockage HA est, sous-quartiers de stockage HA ouest) ;
  - ✓ réseau de relevage des eaux d'exhaure du puits ventilation air frais exploitation ;
  - ✓ réseau de dépotage des cuves de test des prises incendie ;
- les réseaux CFO :
  - ✓ câbles HTA dans fourreaux ;
  - ✓ câbles BT ;
- les réseaux CFI/CC.

a) Les recoupes E/S-LTE CFO et CFI entre la descenderie de service et la descenderie colis

Huit recoupes relient la descenderie de service à la descenderie colis dans la zone hors Callovo-Oxfordien. Ces recoupes hébergent alternativement les locaux électriques (LTE) courants forts (CFO) et courants faibles (CFI) sur deux niveaux et constituent des voies d'évacuation/secours (E/S) (Figure 9-21 ; figure 9-22).

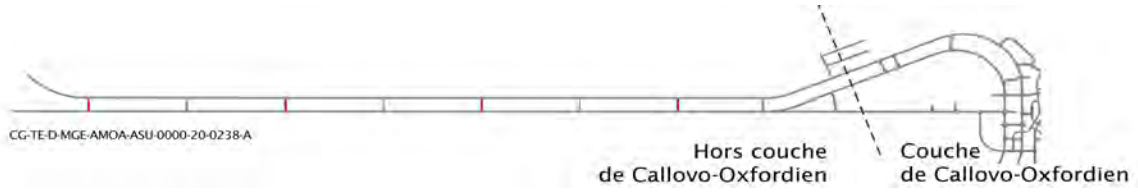


Figure 9-21 *Illustration de la localisation des recoupes (en rouge) E/S-LTE CFO entre la descenderie de service et la descenderie colis*

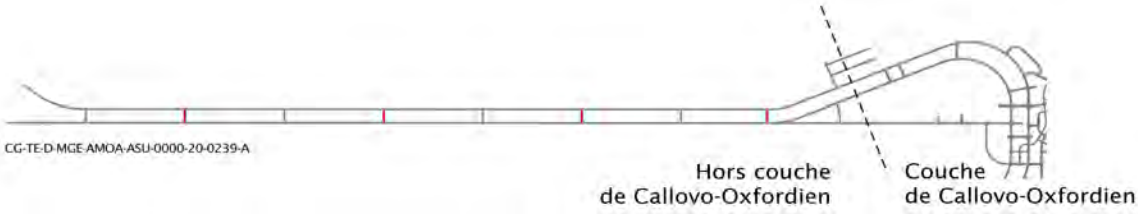


Figure 9-22 *Illustration de la localisation des recoupes (en rouge) E/S-LTE CFi entre la descenderie de service et la descenderie colis*

Les recoupes E/S-LTE CFO entre la descenderie de service et la descenderie colis

La recoupe CFO (hors Callovo-Oxfordien) contient (Figure 9-23 ; Figure 9-24) :

- les sous-stations électriques alimentant une zone donnée (transformateurs, tableaux électriques, etc.) ;
- les armoires CFI ;
- les gaines de soufflage et d'extraction des recoupes (en entrée et sortie) ;
- le local climatiseurs avec les gaines de soufflage d'air rafraichi vers les différents locaux ;
- les condenseurs des climatiseurs ;
- le réseau incendie.

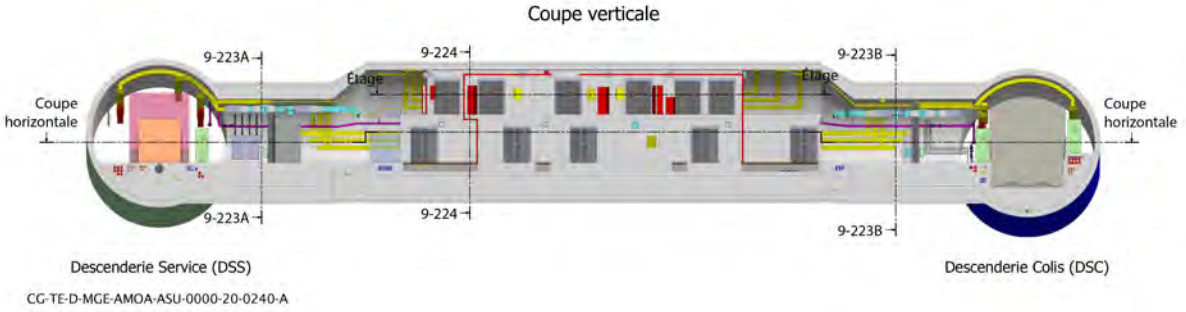


Figure 9-23 *Illustration de la recoupe E/S-LTE CFO entre la descenderie de service et la descenderie colis – De haut en bas : Coupes verticale et horizontales (niveau +1 et niveau 0)*

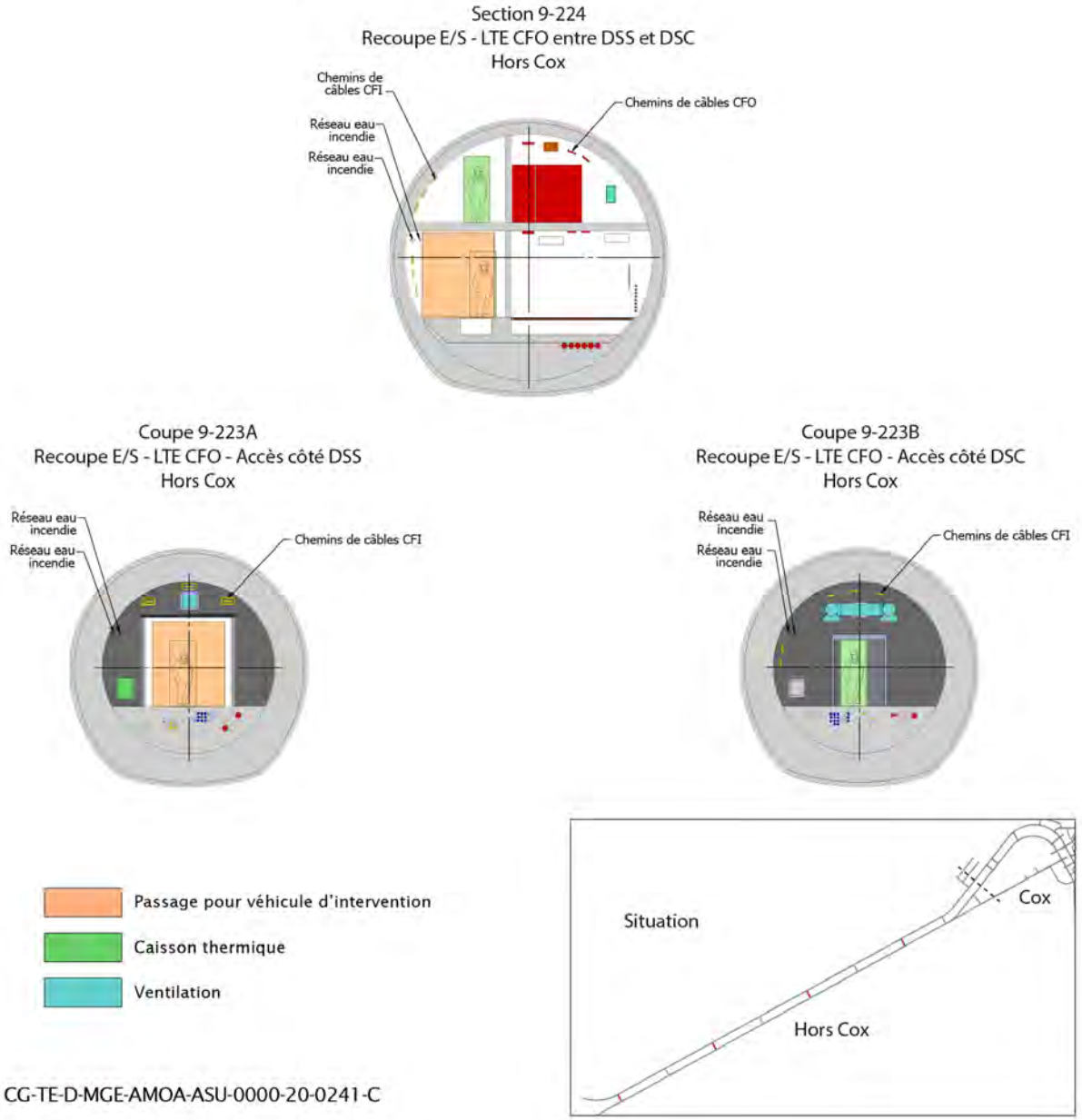


Figure 9-24 *Illustration d'unerecoupe E/S-LTE CFO entre la descenderie de service et la descenderie colis– Section courante (en haut) et sections des accès (en bas)*

Les recoupes E/S-LTE CFI entre la descenderie de service et la descenderie colis

La recoupe contient (Figure 9-25 ; Figure 9-26) :

- les armoires CFI ;
- les gaines de soufflage et d'extraction des recoupes (en entrée et sortie) ;
- les armoires électriques ;
- le local climatiseurs avec les gaines de soufflage d'air rafraichi vers les différents locaux ;
- les condenseurs des climatiseurs ;
- le réseau incendie.

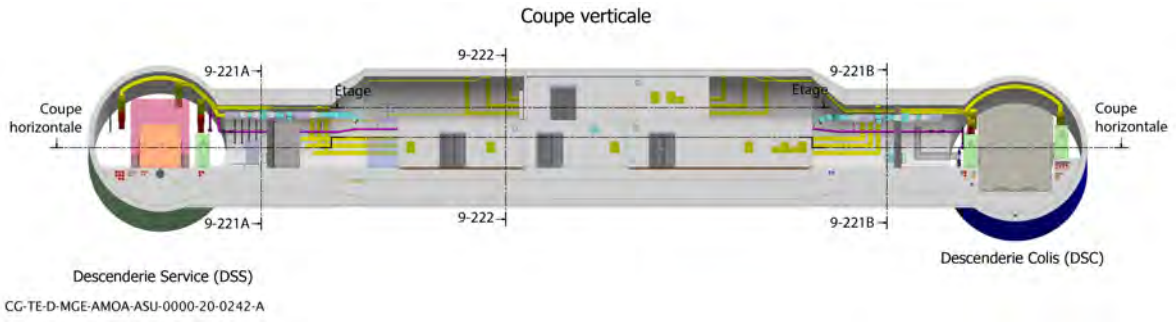


Figure 9-25 *Illustration de la recoupe E/S-LTE CFI entre la descenderie de service et la descenderie colis – De haut en bas : Coupes verticale et horizontales (niveau +1 et niveau 0)*

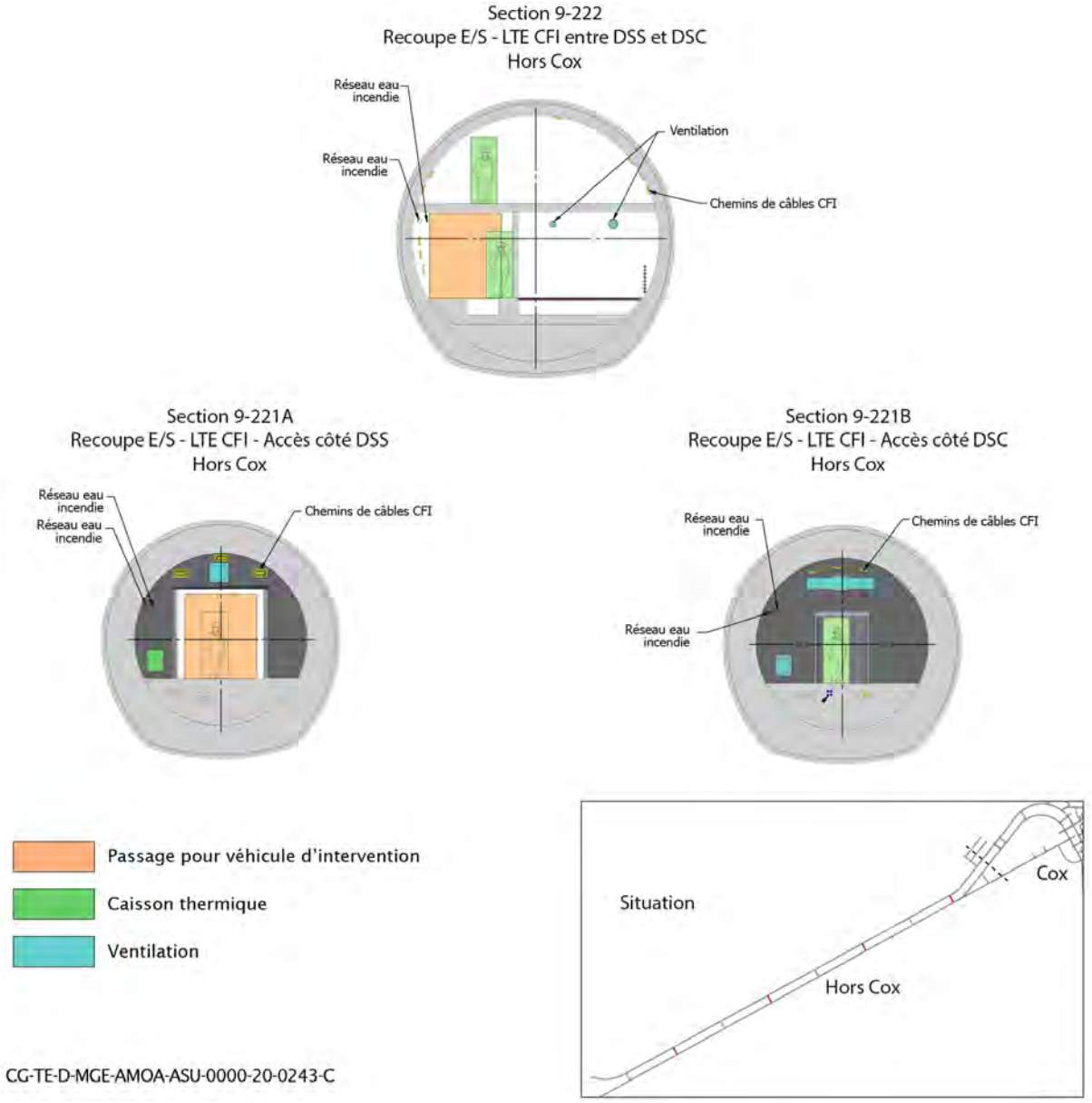


Figure 9-26 *Illustration de la recoupe E/S-LTE CFI entre la descenderie de service et la descenderie colis – Section courante (en haut) et sections des accès (en bas)*

b) L'intersection descenderie de service – Recoupe

Compte-tenu des pentes de la descenderie de service et des recoupes (respectivement environ 12 % et 0 %), un replat local est aménagé à l'intersection afin de permettre le passage des véhicules de maintenance ou d'intervention de/vers la recoupe.

Il est rappelé que les intersections entre recoupes et descenderie colis ne sont pas circulables, compte-tenu de la présence du funiculaire.

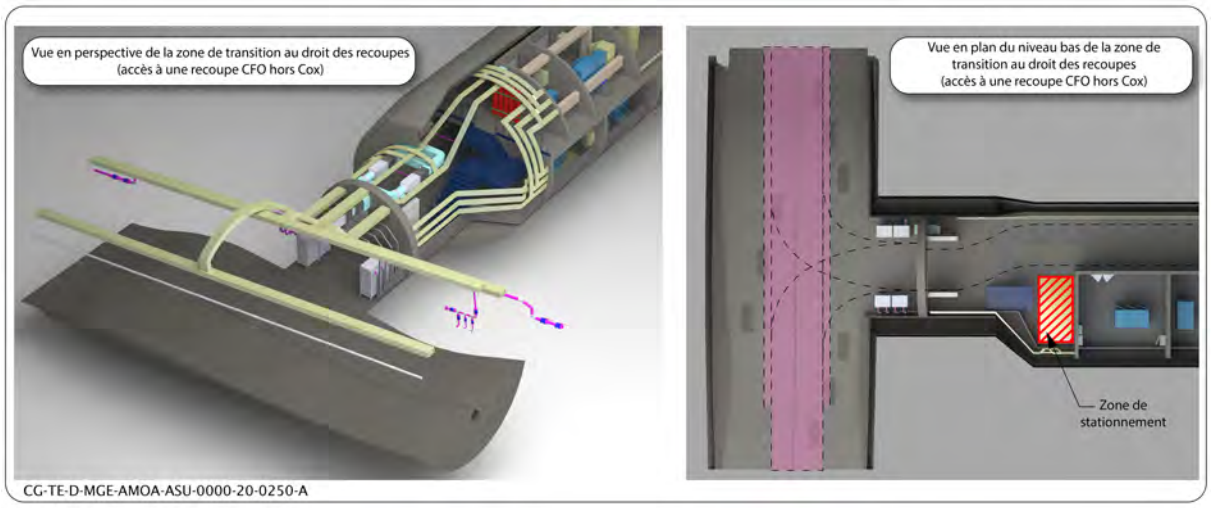


Figure 9-27 *Illustration de l'intersection descenderie de service – Recoupe CFO – Vue en plan (à droite) et vue 3D (à gauche)*

9.3.2.2.2 Dans le Callovo-Oxfordien

Le revêtement de la descenderie de service dans le Callovo-Oxfordien est constitué par des anneaux de voussoirs préfabriqués bicouche (béton et matériau compressible) (Figure 9-28).

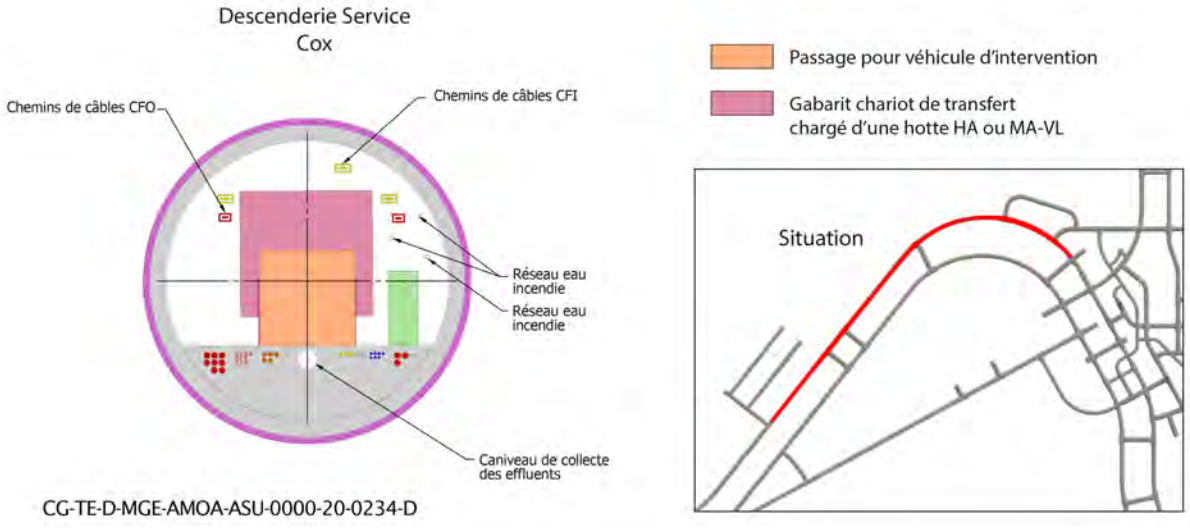


Figure 9-28 *Illustration de la descenderie de service – Section dans le Callovo-Oxfordien creusée au tunnelier*

a) La gestion des eaux d'exhaure et recoupe albraque

Les eaux d'exhaure provenant de la descenderie de service s'écoulent par gravité (Figure 9-29) et en permanence, depuis la limite de toit du Callovo-Oxfordien jusqu'aux bassins de la recoupe albraque. N'étant pas au contact de l'air ambiant des descenderies, ces eaux sont considérées comme des effluents conventionnels.

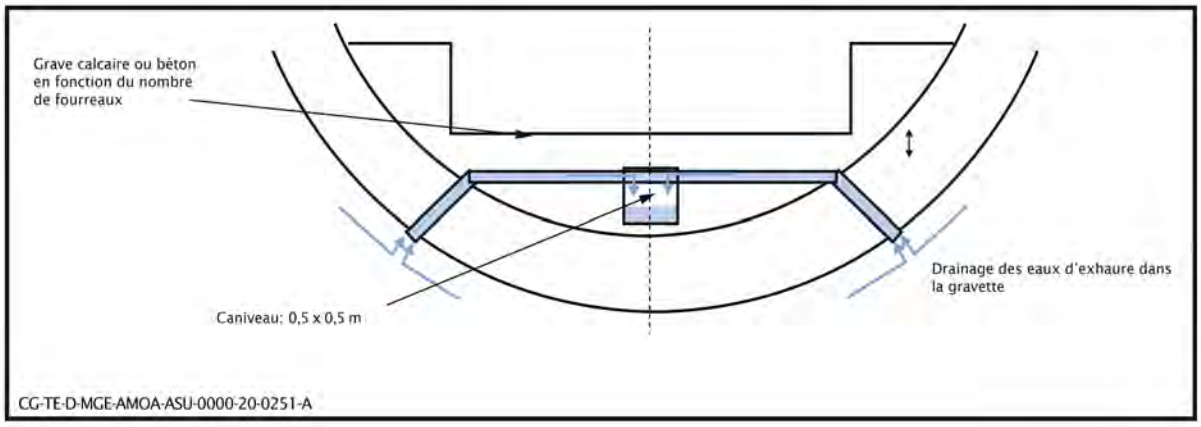


Figure 9-29 *Illustration de la collecte des eaux d'exhaure provenant de la descenderie de service*

La recoupe albraque (Figure 9-30 ; Figure 9-31) permet la mise en place de capacités tampons nécessaires à la collecte des eaux d'exhaure provenant des portions hors Callovo-Oxfordien des descenderies service et colis, du puits ventilation air frais exploitation, des alvéoles HA et des tests des prises d'eau incendie. Ces capacités tampons sont constituées de trois bassins : un bassin dit « normal », un de secours et un réservé à la maintenance.

Les bassins sont connectés entre eux en partie haute, afin d'assurer la fonction de trop plein de manière gravitaire.

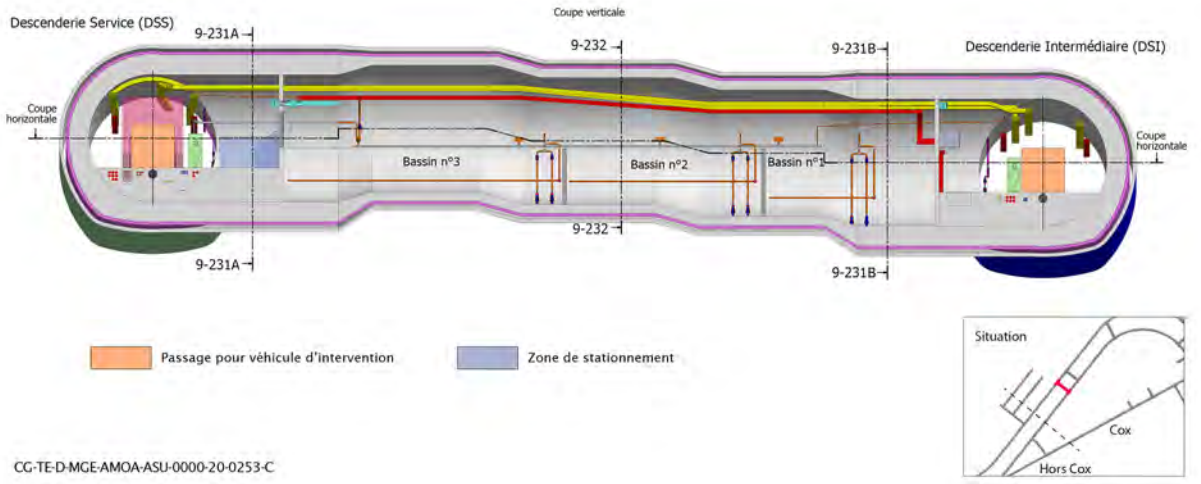


Figure 9-30 *Illustration de la recoupe albraque entre la descenderie de service et la descenderie intermédiaire – Coupe verticale*

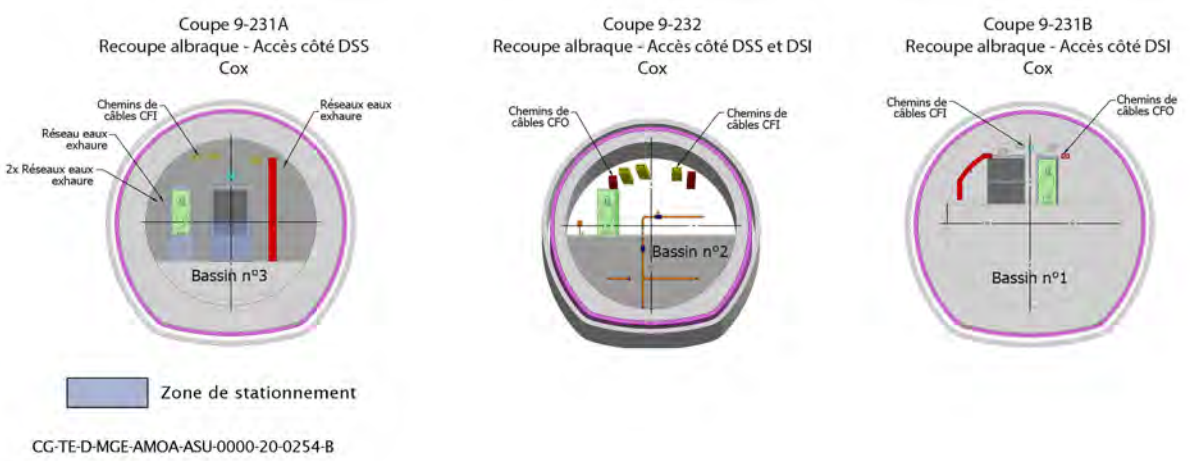


Figure 9-31 *Illustration de la recoupe albraque entre la descenderie de service et la descenderie intermédiaire – Coupes verticales*

Afin d'assurer le relevage du fond vers le bassin de décantation en surface, une pompe redondée (normal + secours) est montée en série des pompes immergées. La liaison entre la recoupe albraque et le bassin de décantation de surface est assurée par un réseau de relevage cheminant dans la descenderie de service.

Les pompes disposent d'un socle fixe dans le bassin et d'un dispositif pour remonter la pompe. Avec son propre poids, elle s'enclenche dans le socle qui assure sa tenue au séisme.

b) Le démonstrateur de scellement en descenderie

Le démonstrateur de scellement de descenderie est positionné de manière à représenter au mieux les scellements qui seront réalisés en descenderie, dans la partie supérieure du Callovo-Oxfordien, lors des opérations de fermeture (cf. Chapitre 16 du présent volume).

Il est situé au nord de la descenderie de service et comprend (Figure 9-33) :

- une galerie d'accès depuis la descenderie ;
- une galerie démonstrateur ;
- une galerie d'auscultation.

La localisation de la galerie d'accès au démonstrateur est donnée sur la figure ci-dessous.

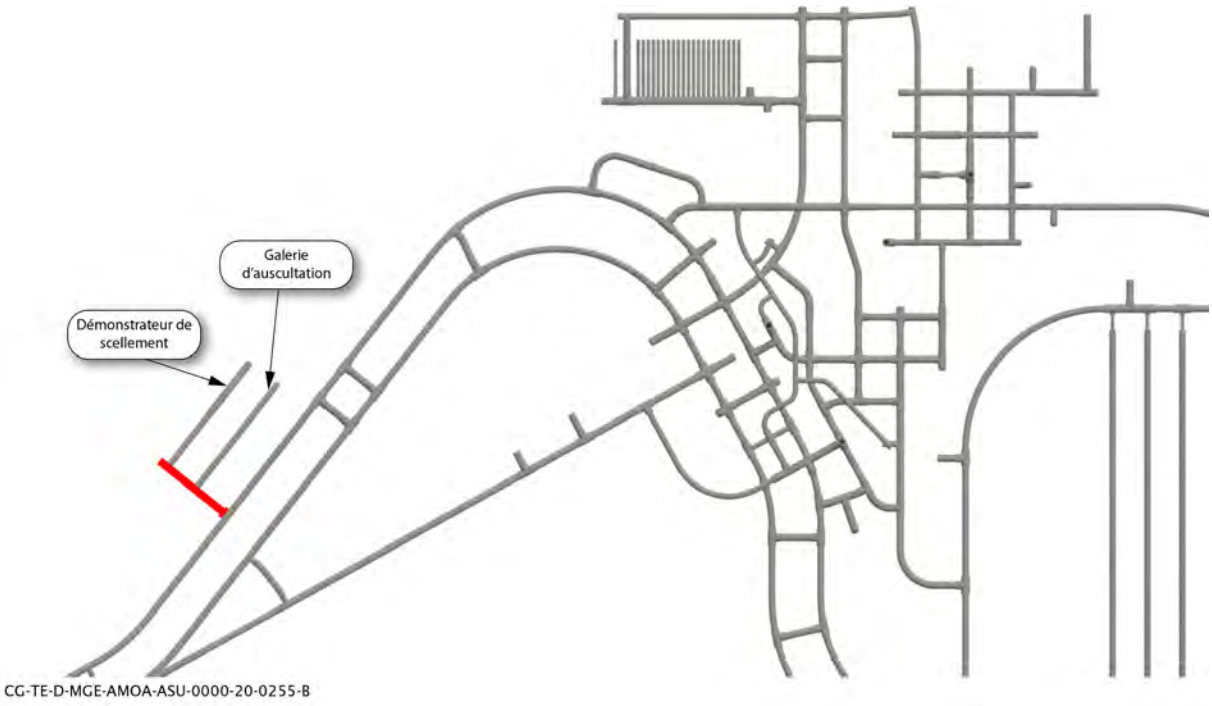


Figure 9-32 *Illustration de la localisation de la galerie d'accès au démonstrateur de scellement et à la galerie d'auscultation en descenderie (en rouge)*

La galerie d'accès permet l'accès à deux galeries parallèles à la descenderie dédiées respectivement à la construction d'un démonstrateur de scellement de descenderie et à sa surveillance par une instrumentation introduite dans le démonstrateur par forage depuis la seconde galerie (galerie d'auscultation).

Le démonstrateur de scellement est construit au droit de l'unité géologique USC (unité silto-carbonatée). La galerie parallèle pour réalisation des forages sera réalisée avant la galerie avec démonstrateur de scellement des liaisons surface-fond, afin de permettre le suivi du comportement de la galerie hôte dès son excavation.

L'implantation des trois galeries mentionnées ci-dessus est reprise dans la figure ci-dessous.

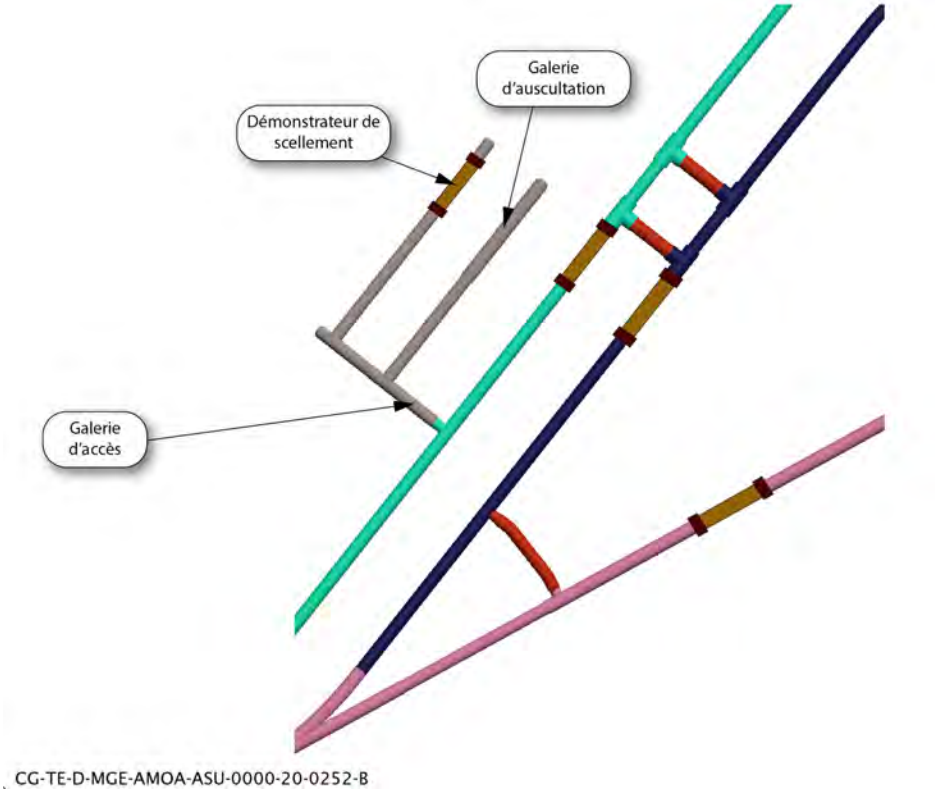


Figure 9-33 Illustration du démonstrateur de scellement de descenderie

Le démonstrateur de scellement en descenderie est construit pendant la phase industrielle pilote. Il doit en effet être équipé, avant la mise en service de la zone exploitation, de manière à pouvoir assurer la mesure de l'extension de la zone fracturée connectée, et son évolution, ainsi qu'une phase de suivi de son comportement hydromécanique (hydratation naturelle latérale par le Callovo-Oxfordien et hydratation forcée sur sa face supérieure représentative de l'hydratation par les eaux de l'Oxfordien carbonaté). Ces démonstrateurs restent accessibles pendant toute la phase de fonctionnement de l'INB Cigéo, de manière, notamment, à en permettre le suivi.

9.3.2.1 Le pied de la descenderie de service

Le pied de la descenderie de service assure l'interface entre la descenderie de service et la ZSL exploitation. Il est équipé de deux monorails avec palan de 30 tonnes chacun permettant le chargement et le déchargement des matériels/matériaux. Pour plus de précision, se référer au chapitre 10 du présent volume pour la description et le fonctionnement de la zone de soutien logistique exploitation.

9.3.3 Le fonctionnement

La descenderie de service est dédiée au transfert des matériels et matériaux depuis la surface vers le fond (et inversement) pour les opérations de déploiement ou de maintenance de l'installation souterraine. Dans le cadre des différentes opérations, la descenderie de service sert notamment à transférer :

- les pièces de maintenance ;
- les équipements process ne passant pas la descenderie colis ou par le puits MMT ;
- les matériels et matériaux de fermeture ;
- les véhicules de soutien ou de secours lors de leur maintenance ;
- les véhicules d'intervention incendie.

L'organisation de l'entreposage avant intervention des pièces de rechange dédiées à l'exploitation suit les principes suivants :

- sont entreposées en zone descenderie l'ensemble des pièces de surface destinées à la zone descenderie, l'ensemble des pièces dédiées à la maintenance des descenderies, ainsi que l'ensemble des « grosses » pièces de maintenance du fond qui nécessitent d'être acheminées par la descenderie de service ;
- sont entreposées en zone puits l'ensemble des pièces de surface destinées à la zone puits, l'ensemble des pièces dédiées à la maintenance des puits exploitation, ainsi que l'ensemble des « petites » pièces de maintenance du fond qui pourront transiter par le puits exploitation.

10

Les zones de soutien logistiques

10.1 L'installation nucléaire : la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) 646
10.2 Installation non nucléaire : la zone de soutien logistique travaux (ZSLT) 659

Les zones exploitation et travaux en souterrain étant indépendantes, deux zones de soutien logistiques distinctes y sont implantées.

10.1 L'installation nucléaire : la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE)

La zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) constitue l'interface entre les installations en exploitation en surface et les ouvrages de stockage en exploitation.

La ZSLE accueille les locaux techniques nécessaires à la maintenance des chariots et des hottes ainsi que les équipements nécessaires pour une intervention en cas d'incident ou accident. Afin de limiter la présence du personnel dans l'installation souterraine, seuls les locaux nécessaires au process, au secours et aux opérations de maintenance courante sont implantés dans la ZSLE.

La ZSLE est reliée aux deux puits exploitation :

- le puits ventilation air frais exploitation (VFE) ;
- le puits ventilation air vicié exploitation (VVE).

Un plénum de ventilation creusé environ 20 mètres au-dessus des galeries de la ZSLE et relié à celles-ci par des puits verticaux, assure la distribution d'air frais. Un plénum d'air vicié creusé environ 20 mètres au-dessus des galeries de la ZSLE assure la collecte et l'évacuation de l'air vicié vers le puits ventilation air vicié exploitation (cf. Figure 10-1).

La zone de soutien logistique exploitation est entièrement située dans la formation d'argilites du Callovo-Oxfordien.

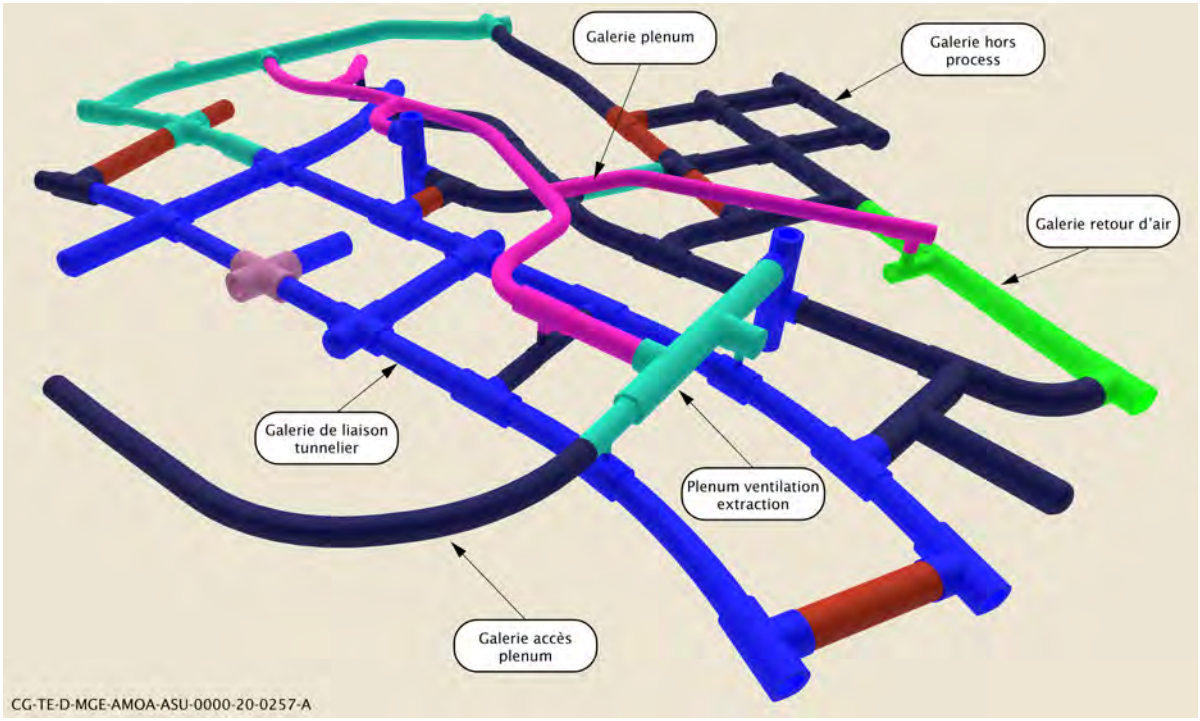


Figure 10-1 Illustration en 3D de la ZSL Exploitation

10.1.1 Les fonctions d'exploitation

La fonction principale de la zone de soutien logistique exploitation est d'assurer le bon fonctionnement du process de stockage des colis. Les colis arrivent au niveau de la ZSLE par la descenderie colis au moyen du funiculaire, dans la gare basse. Les colis sont ensuite transférés du funiculaire sur un chariot. Selon la nature des colis, le chariot de transfert est orienté vers les galeries de liaison du quartier de stockage MA-VL ou de la zone HA par l'intermédiaire de quatre tables tournantes disposées aux carrefours d'un carrousel[9] (cf. Chapitre 5.2.4.1 du présent volume).

Les fonctions d'exploitation assurées par la ZSLE sont les suivantes :

- accueillir et stocker les véhicules exploitation ;
- stocker le matériel nécessaire au process ;
- permettre la maintenance des équipements process (mettre à disposition les moyens de transfert des équipements jusqu'aux ouvrages à maintenir, entreposer et tenir à disposition les équipements roulants non autonomes lorsqu'ils ne sont pas utilisés, effectuer les opérations de maintenance) ;
- entreposer les véhicules de secours de la zone exploitation ;
- permettre la circulation du personnel (cheminement sécurisé des piétons, cheminement sécurisé des véhicules d'intervention (manutention, maintenance, secours)) ;
- accueillir de manière sécurisée le personnel (en attente de l'évacuation en cas de situation incidentelle/accidentelle ou pour les besoins fondamentaux de repos, d'hygiène et de premiers soins) ;
- accueillir les équipements d'alimentation électrique et de régulation de la température ;
- gérer (collecter, contrôler et transférer) les déchets et les effluents conventionnels et radioactifs générés (déchets solides, effluents liquides et gazeux).

10.1.2 Le principe de conception et description

La zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) accueille les locaux et galeries nécessaires :

- d'une part à réaliser les opérations du process nucléaire entre la descenderie colis et les quartiers de stockage : la hotte pleine arrive dans la ZSLE par la descenderie colis au moyen du funiculaire, qui stationne en gare basse, les hottes sont ensuite prises en charge par un chariot de manutention pour être orientées vers les galeries de liaison des quartiers par l'intermédiaire de quatre tables tournantes disposées aux carrefours d'un carrousel ;
- d'autre part à permettre la gestion des flux annexes au process : flux de personnel, maintenance des équipements, refuge en cas d'urgence, etc.

[9] Le carrousel est l'interface entre la gare basse et les quartiers de stockage HA et MA-VL. Il est équipé de voies de roulement pour les chariots et de tables tournantes pour les changements de direction.

La Figure 10-2 présente l'architecture de la zone de soutien logistique exploitation.

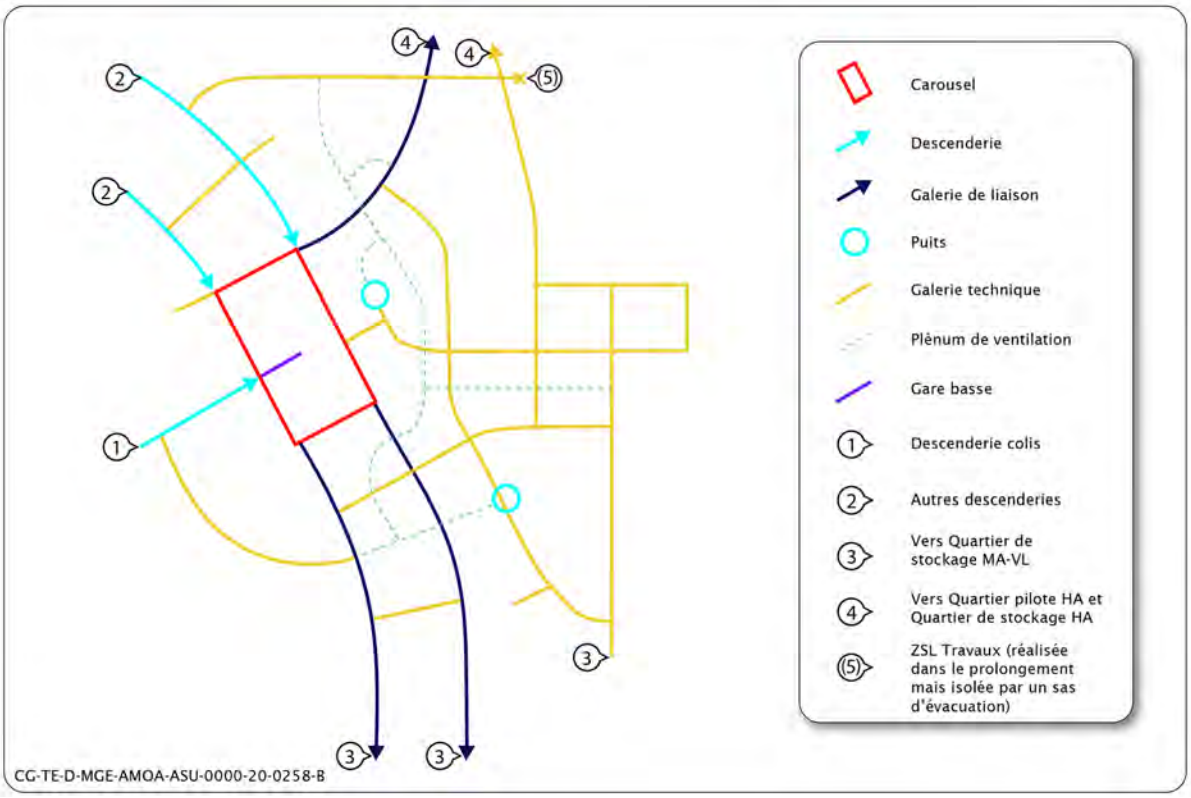


Figure 10-2 Illustration de l'architecture de la ZSL Exploitation

Les principaux ouvrages de la ZSL Exploitation sont les suivants :

- la gare basse du funiculaire et le carrousel pour le process nucléaire ;
- le départ des galeries de liaison et de la galerie d'évacuation/secours ;
- le local de transbordement des matériels ;
- les locaux supports dédiés :
  - ✓ à la zone vie et aux secours ;
  - ✓ au stockage et à la maintenance de matériels ;
  - ✓ aux alimentions électriques ;
  - ✓ à la production et distribution de froid ;
  - ✓ à la ventilation des galeries ;
- les sas exploitation/travaux.

10.1.2.1 Le principe de conception du génie civil

Deux types de soutènement/revêtement pour les ouvrages sont distingués :

- les ouvrages revêtus de conception bicouche : dans ces ouvrages, une couche de matériau compressible est placée à l'extrados du béton coffré (pour les galeries excavées en méthode conventionnelle) ou à l'extrados des voussoirs (pour les galeries creusées au tunnelier) afin d'absorber les déformations différées du milieu géologique hôte (Callovo-Oxfordien) et réduire ainsi la contrainte de compression dans le béton. À l'exception des ouvrages de conception souple repris au point deux ci-dessous, sont concernés par la conception bicouche l'ensemble des galeries et locaux, les intersections entre les galeries, les jonctions entre le plénum de soufflage et les puits de connexion à la ZSLE ainsi que les puits excavés dans le Callovo-Oxfordien.

Le revêtement bicouche permet de :

- ✓ garantir, pour les galeries process, une géométrie stable sans déformation significative et un strict maintien du gabarit interne ;
- ✓ réduire l'épaisseur du béton de revêtement des ouvrages, voire, dans le cas de certaines intersections, d'en garantir la faisabilité ;

- les ouvrages non revêtus de conception souple : il s'agit des ouvrages du plénum de soufflage et de la galerie technique (câbles) reliant la descenderie colis au plénum d'extraction. Le soutènement souple placé à l'avancement (soutènement provisoire par boulonnage et béton projeté) sert de soutènement définitif (pas de mise en place d'un revêtement en béton coffré).

Les galeries de la zone de soutien logistique exploitation sont creusées :

- au tunnelier pour les galeries de liaison de la ZSLE réalisées dans le prolongement des descenderies ;
- par la méthode conventionnelle au brise roche hydraulique (BRH) pour l'ensemble des galeries ;
- à l'explosif pour les carrures des puits avec la zone de soutien logistique exploitation (recettes).

10.1.2.2 La gare basse et le carrousel

La gare basse et le carrousel sont présentés respectivement aux chapitre 5.2.3.3 et 5.2.4 du présent volume.

10.1.2.3 Les galeries

Les galeries de liaison sont présentées au chapitre 5.2.4 du présent volume.

La galerie d'évacuation/secours (E/S) du quartier pilote HA et du quartier de stockage HA est reliée à la descenderie de service.

La ventilation de la descenderie de service et de la galerie d'évacuation/secours HA est réalisée en pleine section depuis le sas de la galerie E/S en ZSLE. Celui-ci permet, à partir d'une branche unique du plénum de soufflage de répartir les débits de ventilation au sein de la descenderie de service et de la galerie E/S *via* des grilles de transfert munies de registres de réglage et de clapets coupe-feu.

Cette galerie est exploitée pour circuler en contournant le carrousel, notamment pour les opérations de maintenance ou d'évacuation.

10.1.2.4 Le local de transbordement de matériels

Le pied de descenderie de service est équipé de deux ponts roulants permettant le déchargement de matériels. Le local de transbordement des matériels est également muni de deux chariots munis d'un crochet circulant sur deux voies de rails, implantées sur des poutres verticales ancrées dans le radier.

La localisation de la zone de transbordement de matériels est illustrée sur la figure 10-3.

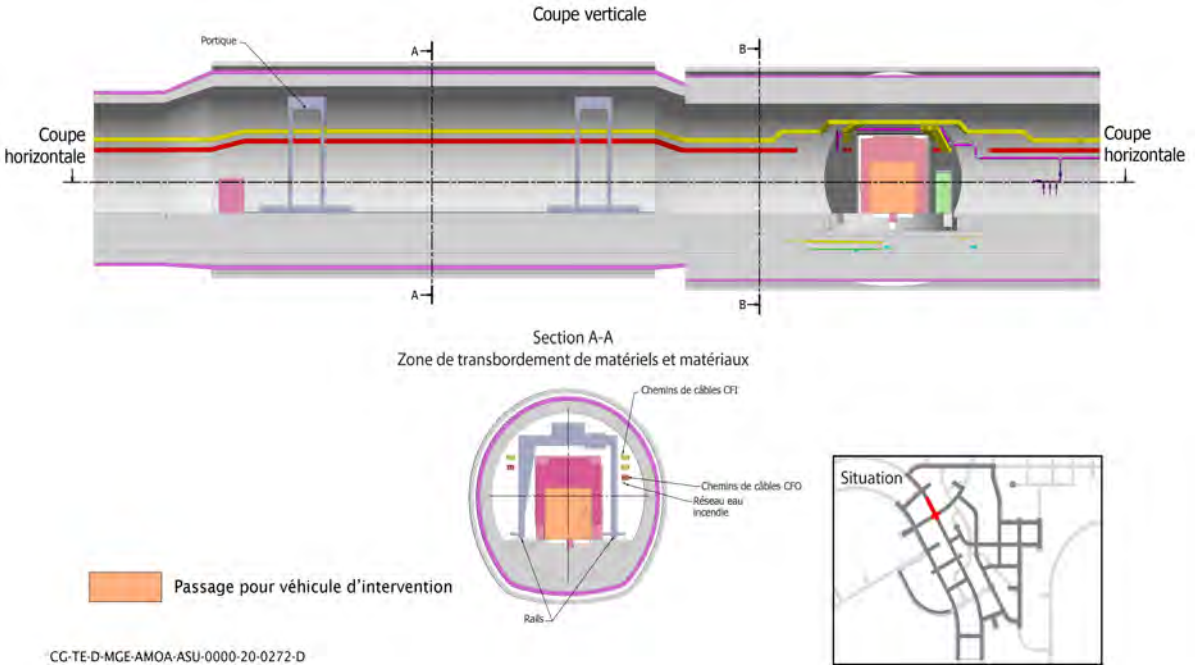


Figure 10-3 *Illustration de la zone de transbordement de matériels et matériaux dans la ZSL Exploitation*

10.1.2.5 Les locaux dédiés à la zone vie et aux secours

Les locaux dédiés à la zone vie et aux secours sont implantés à proximité immédiate du puits « air frais exploitation » (VFE). Ils comprennent :

- une salle de repos et sanitaires ;
- un local véhicules pompiers et ambulances ;
- une niche de secours.

10.1.2.5.1 Le local salle de repos et sanitaires

Le local « salle de repos et sanitaires » en zone vie a pour fonction principale l'accueil du personnel en exploitation pour les besoins fondamentaux de repos, d'hygiène et de premiers soins.

Ce local est en zone non réglementée (ZNR). Il intègre à l'entrée du local un portique de contrôle radiologique des personnes.

Ce local est dimensionné pour une capacité maximale de 40 personnes, comprenant une zone sanitaire, une zone « premier secours » et une zone de contrôle radiologique (cf. Figure 10-4).

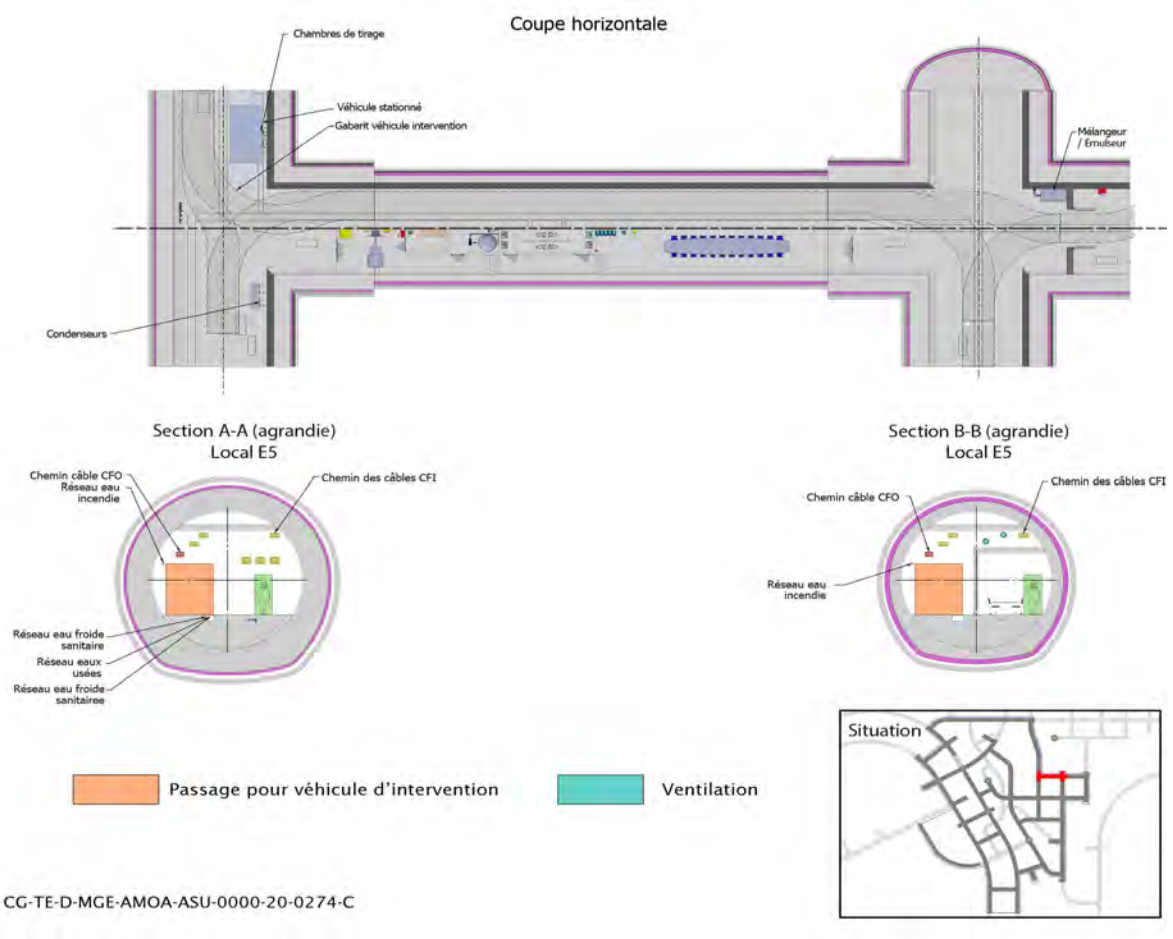


Figure 10-4 *Illustration du local « salle de repos et sanitaires » de la ZSL Exploitation – Coupe horizontale et sections (à gauche : carrure en T avec les locaux électriques CFO et CFI/CC, à droite : section courante)*

10.1.2.5.2 Le local véhicules pompiers et ambulances

Le local « véhicules pompiers et ambulances » (Figure 10-5) a pour fonction d'entreposer les véhicules de secours de la zone fond, à savoir :

- deux véhicules pour l'intervention et la lutte incendie ;
- deux véhicules Ambulance VSAV (véhicule de secours et d'assistance aux victimes).

Ce local est positionné en galerie entre carrures. Il s'agit d'une conception type « parking » comme représenté sur la figure ci-dessous.

Les véhicules incendie ainsi que les véhicules de secours et d'assistance aux victimes (VSAV) sont disposés en binôme (la position de ces véhicules sur la coupe horizontale est indicative). En effet, lors d'une intervention en situation incidentelle, un véhicule incendie et un véhicule VSAV interviennent ensemble. Cela signifie que le premier véhicule sort du local et le second le suit. Chaque véhicule ne doit pas forcément disposer de l'espace nécessaire pour manœuvrer individuellement car ils ne quittent jamais le local de manière individuelle (même pour la maintenance des véhicules en surface).

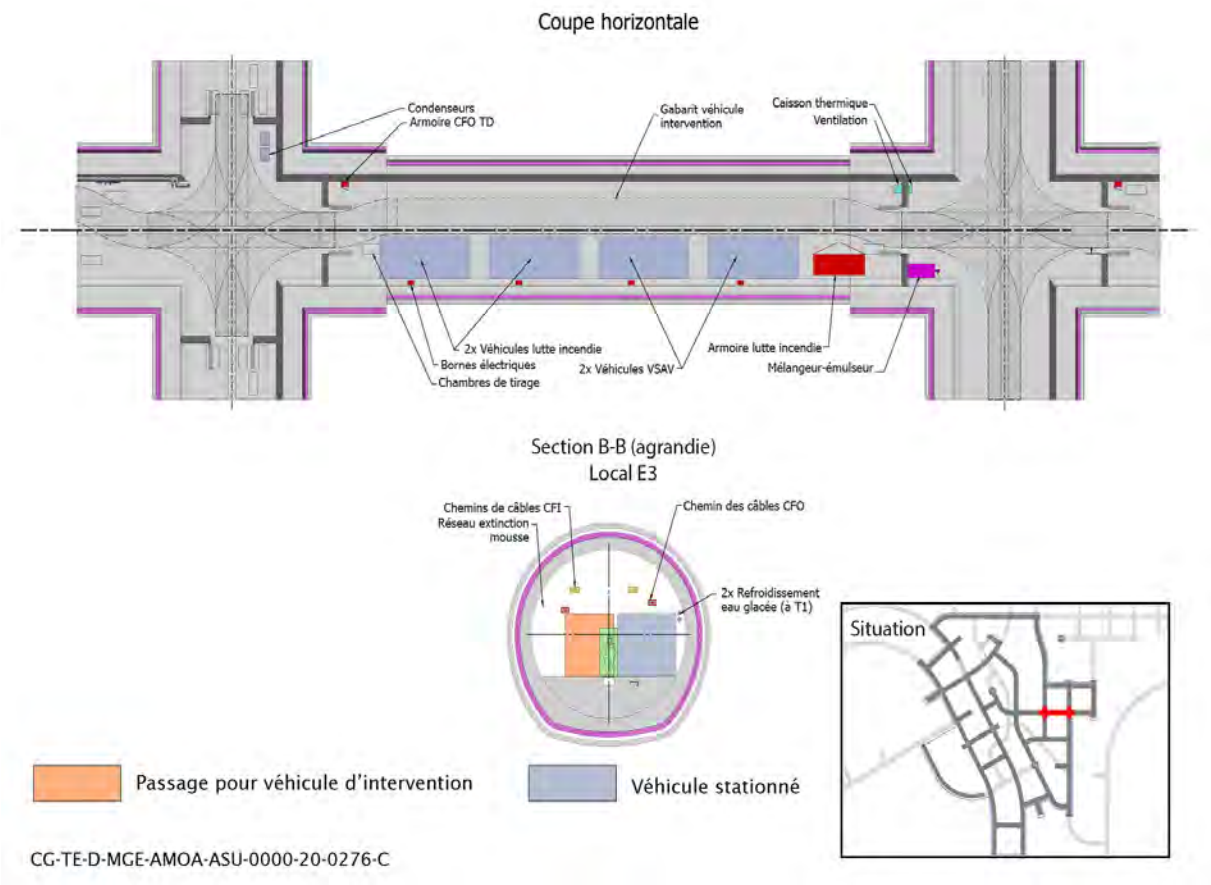


Figure 10-5 *Illustration du local véhicules pompiers et ambulances de la ZSL Exploitation – coupe horizontale et section courante*

L'accès du personnel de secours et d'intervention est réalisé depuis ce local vers tous les locaux et ouvrages souterrains et par deux voies possibles (de chaque côté du point à atteindre), permettant une arrivée sur le lieu d'intervention rapide, dans un délai maximum de quinze minutes au sein de l'ensemble des galeries.

10.1.2.5.3 Le local niche de secours

Le local niche de secours (Figure 10-6) est positionné dans la zone centrale de la base vie de la zone de soutien logistique exploitation, à proximité de l'arrivée d'air frais du puits VFE. Ce local a pour fonction principale l'accueil du personnel dans l'attente de l'évacuation contrôlée par les forces de sécurité (FdS) en cas de situation incidentelle/accidentelle.

Cette niche de secours est intégrée sur deux niveaux, avec une surface totale largement supérieure à 150 m². Elle permet le refuge de 150 personnes minimum, avec les aménagements nécessaires à l'attente d'évacuation (capacité d'air respirable, sièges/bancs, toilettes, fontaines d'eau, moyens de communication).

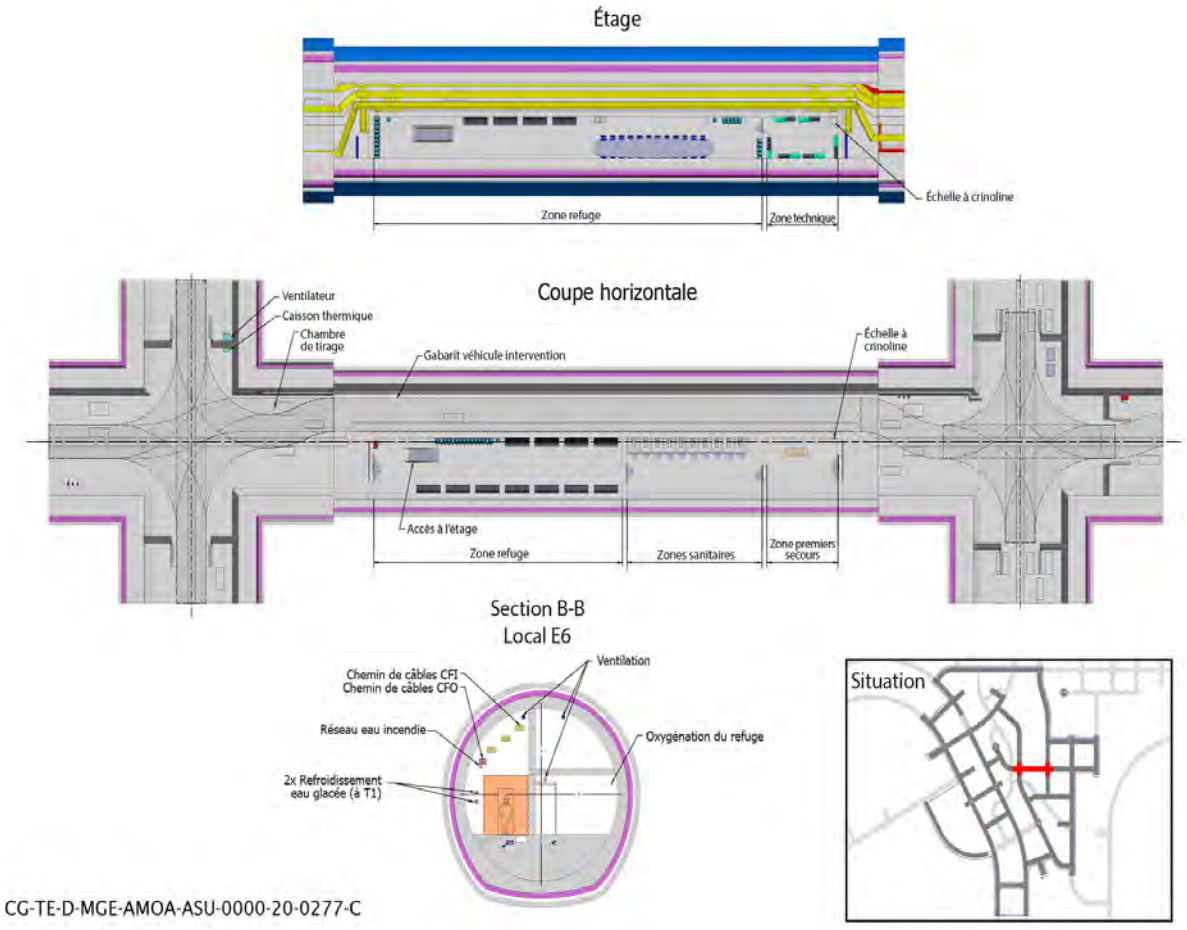


Figure 10-6 *Illustration du local niche de secours de la ZSL Exploitation – Coupes horizontales (niveau 0 en haut et niveau +1 en bas) et section courante*

10.1.2.6 Les locaux dédiés au stockage et à la maintenance des matériels

Les locaux dédiés au stockage et à la maintenance des matériels comprennent :

- un local véhicules personnel, visite et évacuation ;
- un local déchets exploitation ;
- un local stockage matériel process et un local tampon stockage hotte ;
- un local de maintenance.

10.1.2.6.1 Le local véhicules personnels, visite et évacuation

Le local véhicules « personnel, visite et évacuation » est positionné dans la zone base vie à l'est de la ZSLE.

Ce local a pour principale fonction d'accueillir et de stocker les véhicules exploitations de la zone exploitation, il s'agit donc d'un « parking » véhicules (moyens de soutien et locotracteurs). Compte-tenu de la technologie électrique utilisée pour les véhicules au fond, un point de raccordement électrique est installé à chaque emplacement de parking pour le rechargement des batteries.

Ce local permet de stationner les véhicules pour le personnel d'exploitation.

10.1.2.6.2 Le local déchets exploitation

Le local « déchets exploitation » assure l'entreposage des déchets « conventionnels » et « nucléaires » générés au cours des opérations d'exploitation de l'installation (cf. Chapitre 13 du présent volume).

Ce local est une galerie borgne qui comprend un voile en béton séparant la zone d'entreposage des déchets conventionnels de la zone d'entreposage des déchets provenant de zones à production possible de déchets nucléaires (ZppDN).

10.1.2.6.3 Les locaux stockage matériel process et tampon stockage hotte

Les locaux « stockage matériel process » et « tampon stockage hotte » sont disposés en enfilade dans la zone process de la ZSLE, au pied de la descenderie intermédiaire (cf. Figure 10-7).

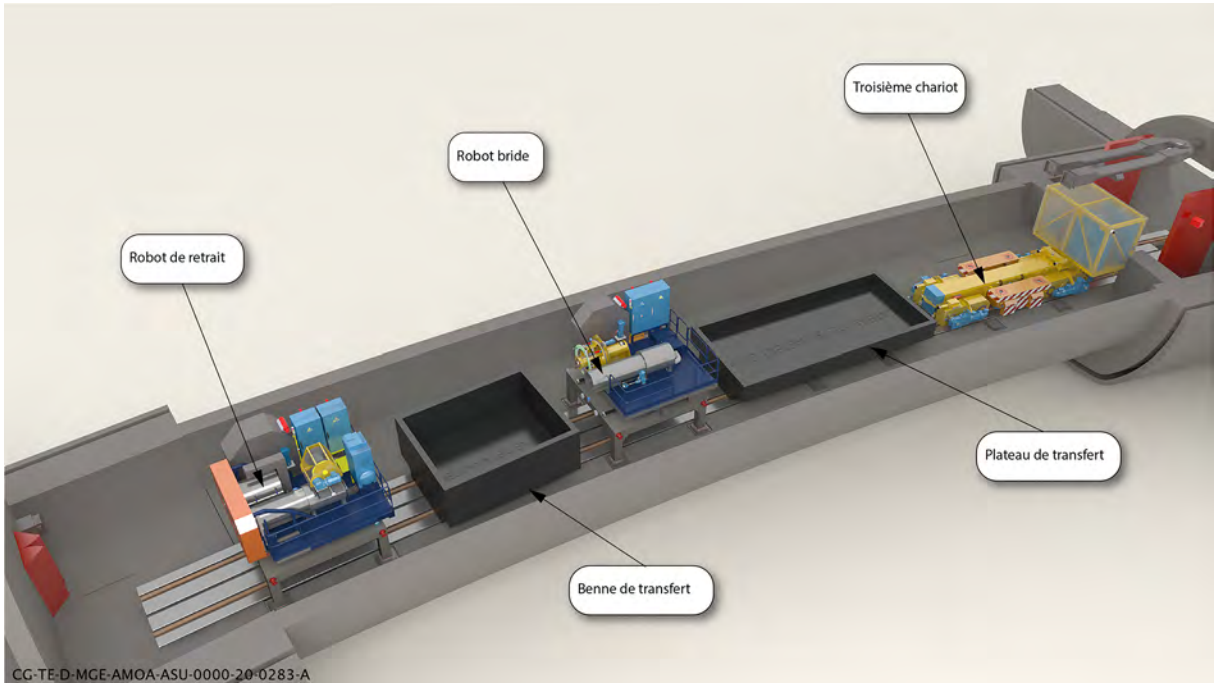


Figure 10-7 *Illustration des locaux stockage matériel process et stockage matériel process de la ZSL Exploitation – Vue 3D*

Le local « stockage matériel process » a pour fonction le stockage du matériel nécessaire au process. Il s'agit d'une zone de « garage » notamment pour les chariots de transfert-fond, les navettes, les robots bride et de retrait, le robot pousseur et les plateaux de transfert.

Ces locaux sont placés en pleine section de galerie.

10.1.2.6.4 Le local de maintenance

Le local de maintenance, borgne, est positionné dans la ZSLE, au droit du carrousel.

Ce local a pour fonction principale la maintenance des équipements process. Il est positionné dans le prolongement de la galerie de liaison HA, à proximité d'une table tournante, afin que les chariots/navettes puissent accéder simplement à la zone de maintenance, sans que les flux de matériels ou les flux de personnes ne soient perturbés.

Ce local de maintenance comporte une fosse de maintenance au niveau du radier, une table tournante, une fosse/plateforme de maintenance, un refuge et un poste de commande, un moyen de manutention type pont roulant, un système d'extinction incendie à mousse (*skid* + buses incendie) et une zone de stockage matériel.

Dans ce local, la voie de roulement est installée sans rails électriques. Le chariot ou la navette est positionné à l'entrée du local puis poussé jusqu'au niveau de la fosse de maintenance par un moyen de soutien de type locotracteur.

10.1.2.7 Les locaux électriques

Les locaux électriques comprennent :

- quatre locaux CFO qui ont pour fonction principale l'alimentation électrique (avec redondance voie A et voie B) de tous les locaux et galeries de la zone de soutien logistique exploitation. Ils alimentent donc les équipements en galerie process de la zone carrousel (tronçons de rails + tables tournantes), la gare basse et les locaux de maintenance et de stockage matériels process et hotte. Ils sont aménagés sur deux niveaux permettant de s'affranchir du caractère borgne de l'ouvrage, en garantissant deux possibilités d'évacuation ou intervention, notamment en cas d'incendie ;
- trois locaux CFI/CC, qui ont pour principale fonction d'accueillir des armoires électriques CFI/CC.

10.1.2.8 Les locaux dédiés à la production et à la distribution de froid

Les locaux dédiés à la production et à la distribution de froid comprennent :

- quatre locaux techniques groupe froid, comprenant des échangeurs air/liquide. Deux locaux sont situés de part et d'autre du puits ventilation air vicié exploitation (air de la ZSLE et des galeries de la zone HA et air des galeries retour d'air MA-VL), un local technique est situé au niveau du plénum d'extraction (air des galeries de liaison MA-VL) et le dernier local est situé dans le prolongement de la galerie de collecte des galeries de retour d'air du quartier de stockage MA-VL (air de ces galeries) ;
- deux locaux de distribution groupe-froid, qui regroupent les équipements du réseau de refroidissement (pompes, échangeurs à plaque, adoucisseurs).

10.1.2.9 Les locaux dédiés à la ventilation des galeries

Le plénum de ventilation (Figure 10-8) permet d'acheminer l'air frais depuis le puits VFE (« plénum ventilation soufflage ») et de collecter et d'acheminer l'air vicié vers le puits VVE (« plénum ventilation extraction ») pour l'ensemble des galeries (hors descenderies). Il est creusé environ 20 mètres au-dessus des galeries de la ZSLE.

L'accès au « plénum ventilation soufflage » est réalisé à partir de la galerie E/S. L'accès au « plénum ventilation extraction » se fait *via* le « plénum ventilation soufflage » et le local « bypass de gestion de la ventilation ».

Des ouvrages de connexion permettent de relier les plénums aux galeries de la ZSLE.

Les galeries du « plénum ventilation soufflage » ainsi que la galerie technique (câbles) sont de conception souple (pas de mise en place d'un revêtement en béton coffré). Les galeries du « plénum ventilation extraction » ainsi que le local « bypass de gestion de la ventilation » sont situés à la jonction entre les deux plénums.

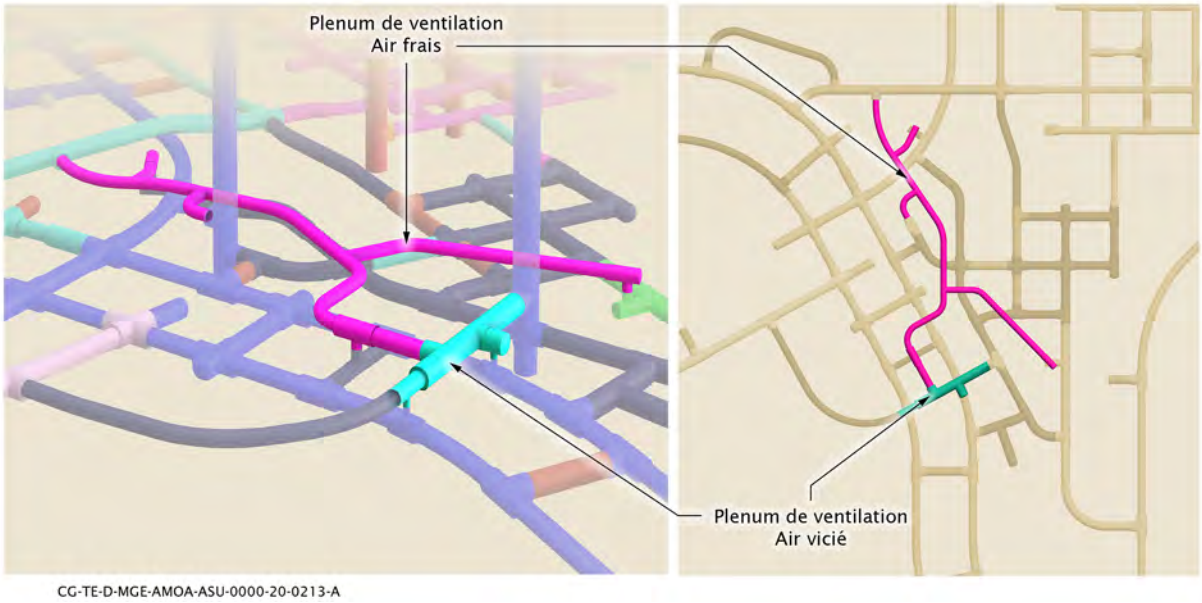


Figure 10-8 *Illustration des plénums ventilation « soufflage (air frais exploitation) » et « extraction (air vicié exploitation) » dans la ZSL Exploitation - Vue 3D et localisation*

Un local « bypass de gestion de la ventilation » est implanté à la jonction des plénums de ventilation « soufflage » et « extraction ». Il permet la gestion des situations d'incendie au sein du quartier de stockage MA-VL ou des situations d'exploitation dégradées. Le principe de fonctionnement du bypass de gestion de la ventilation est décrit au chapitre 11 du présent volume. Ce local est de conception bicouche.

Une galerie technique (câbles) relie le bas de la descenderie colis au plénum d'extraction.

10.1.2.10 Les sas exploitation/travaux

L'architecture de l'installation souterraine est organisée de manière à assurer la séparation physique des activités d'exploitation nucléaire et des travaux d'extension des zones de stockage, permettant d'éviter les risques de coactivité associés. Cela permet aussi de conserver la zone travaux en zone non règlementée pendant l'exploitation de la zone de stockage, tout en permettant un flux de personnel en cas d'incident.

Chaque zone de soutien logistique est accessible par les puits dédiés à chacune des zones travaux et exploitation nucléaire ainsi que par les descenderies pour la zone de soutien logistique exploitation uniquement. L'interface entre les zones travaux et exploitation au sein des zones de soutien logistique est réduite au minimum avec la présence d'un point de passage dans le cas d'opérations exceptionnelles (passage de matériels hors gabarits) [redacted]

Les sas exploitation/travaux sont présentés en détail dans le « Dossier de justification des choix d'architecture souterraine » (12).

10.1.3 Le fonctionnement

Les différents locaux de la zone de soutien logistique exploitation (Figure 10-9) ont été répartis de manière à faciliter la circulation des personnels dans tous les cas d'usage, normaux ou incidentels, avec priorité à la sécurité. On y retrouve donc le refuge et l'accès aux véhicules de secours en lien direct avec le puits d'accès et de part et d'autre les autres locaux techniques desservant les quartiers de stockage.

Figure 10-9 Illustration de la localisation des locaux centraux de la ZSL Exploitation

Le fonctionnement des chariots de transfert fond « service » est présenté au chapitre 9 du présent volume.

10.1.3.1 L'intervention

Le personnel d'intervention arrive par le puits ventilation air frais (VFE). Il chemine ensuite à pied jusqu'à la zone de garage des véhicules d'intervention. À partir de là il peut accéder à n'importe quelle partie de l'installation souterraine (cf. Figure 10-10).

Figure 10-10 Illustration de la circulation du personnel d'intervention d'urgence de la ZSL Exploitation

10.1.3.2 La maintenance

Le personnel de maintenance arrive par la descenderie de service (cf. Figure 10-11). La circulation au sein de la ZSLE est illustrée sur la figure 10-12.

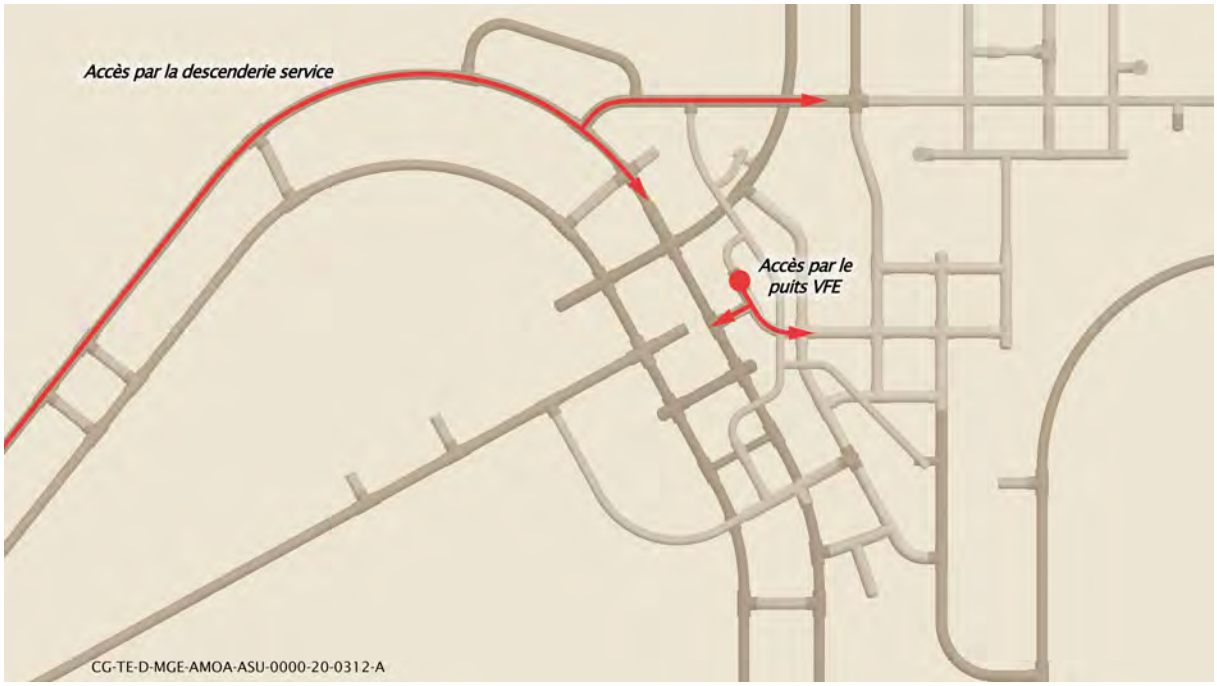


Figure 10-11 *Illustration du cheminement des équipements de maintenance depuis la surface en ZSL Exploitation*

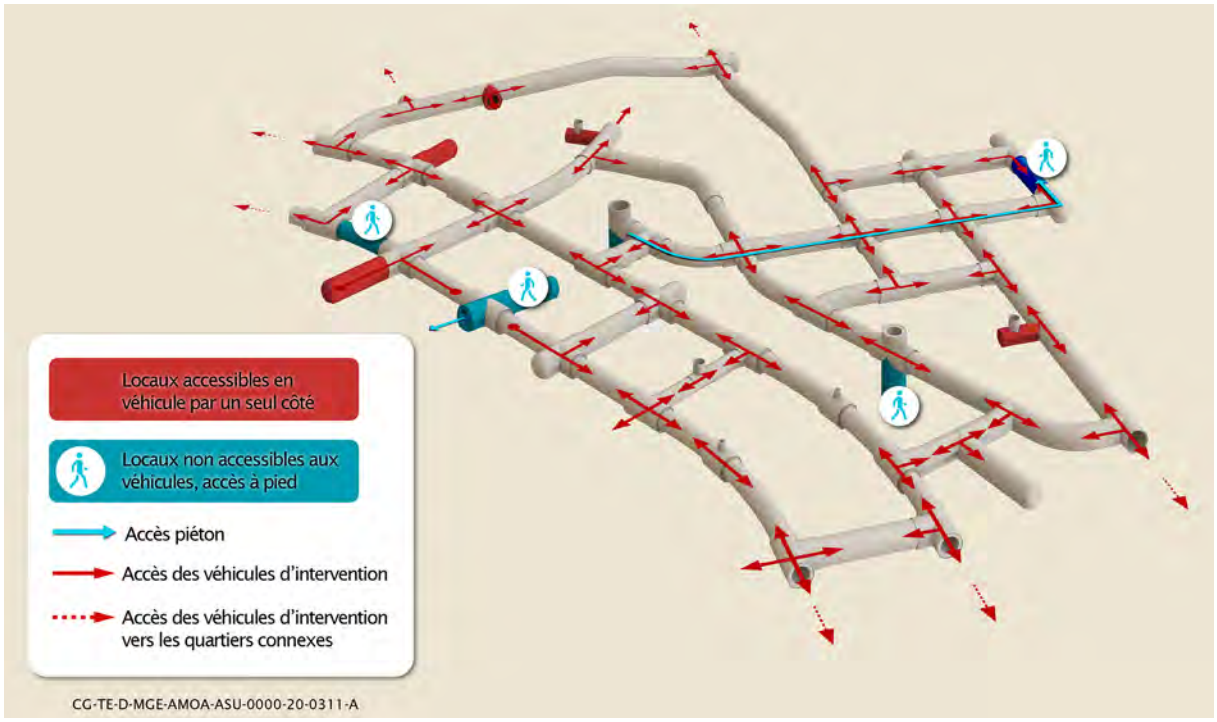


Figure 10-12 *Illustration du cheminement des équipes de maintenance au sein de la ZSLE pour les opérations de maintenance*

10.2 Installation non nucléaire : la zone de soutien logistique travaux (ZSLT)

La zone de soutien logistique travaux (ZSLT) comprend plusieurs zones (cf. Figure 10-13).

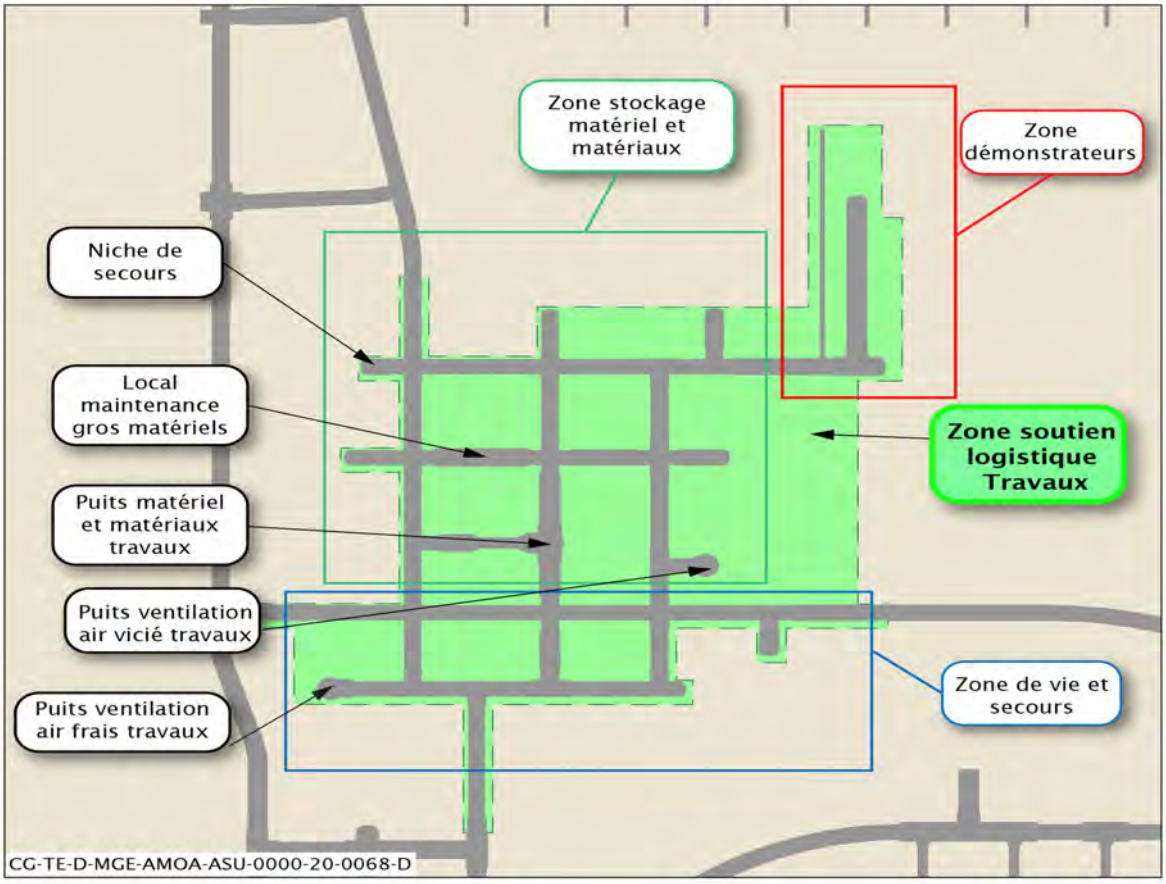


Figure 10-13 Illustration de la ZSL travaux – zones et locaux

La ZSLT est reliée aux trois puits travaux (cf. Chapitre 9.2) :

- le puits travaux matériels matériaux (MMT) ;
- le puits travaux ventilation air vicié (VVT) ;
- le puits travaux ventilation personnel air frais (VFT).

10.2.1 Les fonctions travaux

La zone de soutien logistique travaux ou ZSLT permet le passage des flux pour la construction des ouvrages ultérieurs : flux de personnel, flux de matériaux entrants (voussoirs, béton, béton projeté, armatures, graves et autres équipements utiles à la construction) et flux de matériaux sortants (marin, déchets de construction).

Les principales fonctions travaux sont :

- permettre le déploiement graduel des installations en toute indépendance vis-à-vis de la ZSL Exploitation ;
- assurer le maintien et l'entretien du matériel et des équipements (lavage des engins, maintenance des équipements, recharge des batteries des moyens de transfert électriques et en carburant des engins de travaux thermiques, production de béton) ;
- assurer la circulation des flux (véhicules, personnels, matériels et matériaux, notamment déblais d'excavation et des déchets de construction) ;
- accueillir les équipements d'alimentation électrique et de ventilation.

10.2.2 Le principe de conception et la description

La zone de soutien logistique travaux (ZSL) accueille :

- les locaux/zones dédiés au stockage de véhicules ;
- les locaux dédiés à la zone vie et aux secours ;
- les locaux électriques ;
- les locaux dédiés à la maintenance ;
- des locaux particuliers (pour la cuve tampon de carburant, la production de béton et la charge de batteries et le transbordement des matériels et matériaux) ;
- des démonstrateurs.

10.2.2.1 Le principe de conception du génie civil

Deux types de soutènement/revêtement pour les ouvrages de la ZSTT sont distingués :

- les ouvrages non revêtus sont de conception souple. Il s'agit de la majorité des ouvrages de la ZSLT qui ne nécessitent pas un maintien strict du gabarit interne. Le soutènement souple placé à l'avancement (coque en béton projeté avec cales compressibles et boulons radiaux) sert de soutènement définitif (pas de mise en œuvre d'un revêtement en béton coffré). Compte tenu de la durée de vie prévue pour ces ouvrages, une réserve de jouvence est cependant ajoutée afin d'avoir la possibilité de placer des couches de béton projeté de réparation ;
- les ouvrages revêtus sont de conception bicouche. Dans ces ouvrages, un revêtement définitif en béton coffré est mis en œuvre avec mise en place d'une couche de matériau compressible à l'extrados du revêtement ; ce type de revêtement permet d'absorber les déformations différées du Callovo-Oxfordien et de réduire ainsi la contrainte de compression dans le béton, ce qui permet de limiter les interventions ultérieures lourdes sur ouvrage (pas de jouvence à prévoir) ;

  Les ouvrages concernés sont les locaux électriques, les niches de secours, les locaux de maintenance, le local cuve tampon de carburant, l'aire de lavage d'engins de chantier (étanchéité vis-à-vis du Callovo-Oxfordien), la galerie d'accès au démonstrateur de scellement ainsi que les galeries de marinage du puits MMT (galerie d'accès à la cheminée de stockage ou galerie haute, cheminée de stockage et galerie d'accès au skip ou galerie basse).

  Les intersections des puits MMT, VFT et VVT avec la ZSL travaux (recettes) sont également de conception bicouche.

Les galeries de la zone de soutien logistique travaux sont creusées par la méthode conventionnelle (Brise roche-hydraulique). À l'instar des puits, les carrures des puits avec la ZSL travaux (recettes) sont creusées à l'explosifs.

10.2.2.2 Les locaux/zones dédiés au stockage de véhicules

Ces locaux sont implantés à proximité immédiate du puits VFT et comprennent un local véhicules personnel et un local véhicules pompiers/secours.

10.2.2.3 Les locaux dédiés à la zone vie et aux secours

Les locaux dédiés à la zone vie et aux secours (Figure 10-14) sont implantés au sud de la ZSLT à proximité au puits « air frais travaux » (VFT). Cette implantation permet de séparer les flux de personnel des flux d'engins de travaux au nord de la ZSLT.

Ils comprennent :

- un poste de secours ;
- une zone vie ;
- trois niches de secours.

Figure 10-14 *Illustration de la ZSL travaux – Localisation des locaux dédiés à la zone vie et aux secours*

Les locaux du poste de secours et de la zone vie ont pour fonction principale l'accueil du personnel de travaux pour les besoins fondamentaux de repos, de restauration personnelle, d'hygiène et de premiers soins, une zone de confort et une zone sanitaire. Ils sont dimensionnés pour une capacité de 90 personnes.

Trois niches de secours sont réparties en périphérie de la ZSLT pour accueillir le personnel en cas de situation accidentelle en zone travaux dans l'attente d'une évacuation sous le contrôle des forces de sécurité (FdS).

Elle permet le refuge de 180 personnes minimum au total, avec les aménagements nécessaires à l'attente d'évacuation (capacité d'air respirable, sièges/bancs, toilettes, fontaines d'eau, moyens de communication).

Elle garantit un accès facile quel que soit l'endroit où l'on se situe au moment de l'incident. Deux sont positionnées vers les galeries desservant les quartiers de stockage et une est positionnée à proximité de la zone de vie.

10.2.2.4 Les locaux électriques

Les locaux électriques comprennent un local électrique HT/BT CFO et un local CFI permettant l'alimentation électrique des galeries travaux et zones de creusement des nouveaux ouvrages. Ils sont situés dans une recoupe située au sud de la ZSLT et sont agencés sur deux niveaux.

La ventilation des locaux électrique est réalisée par apport d'air depuis la galerie adjacente à l'aide de ventilateurs et d'unités de climatisation.

10.2.2.5 Les locaux dédiés à la maintenance

Deux locaux dédiés à la maintenance (un pour le petit matériel et un pour le gros matériel) sont implantés au plus proche du puits « matériels matériaux travaux » (MMT), cf. Figure 10-15).

Figure 10-15 Illustration de la ZSL travaux – Localisation des locaux dédiés à la maintenance

Le local maintenance gros matériel dispose d'un portique mobile permettant de manutentionner une charge de 20 tonnes.

10.2.2.6 Les locaux particuliers

10.2.2.6.1 La galerie de transbordement des matériaux

Les matériaux de creusement sont évacués par le puits matériels et travaux (MMT) *via* les skips chargés à une vingtaine de mètres en dessous du niveau des autres galeries de la ZSLT (Figure 10-16).

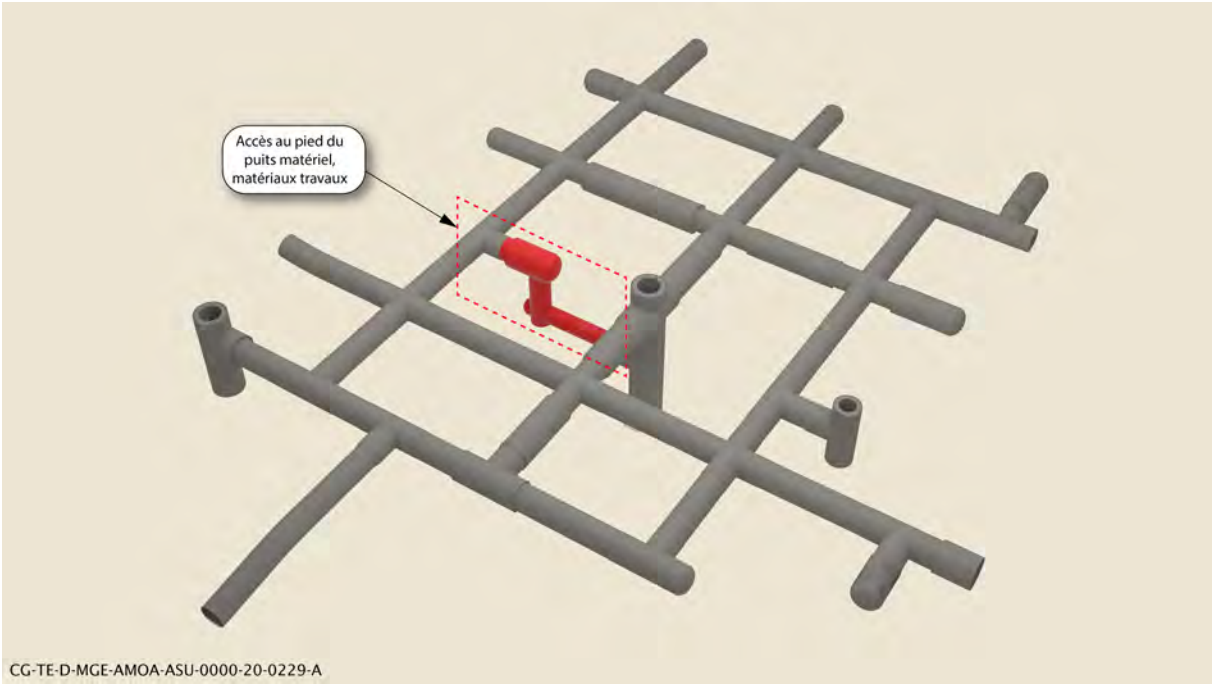


Figure 10-16 *Illustration de la galerie d'évacuation des déblais en pied de puits MMT de la ZSL travaux*

10.2.2.6.2 La galerie transbordement des équipements

Le système de transbordement des équipements est aménagé au niveau du puits MMT de la ZSLT par un va-et-vient de chariots sur roue dans une cage monte-charge.

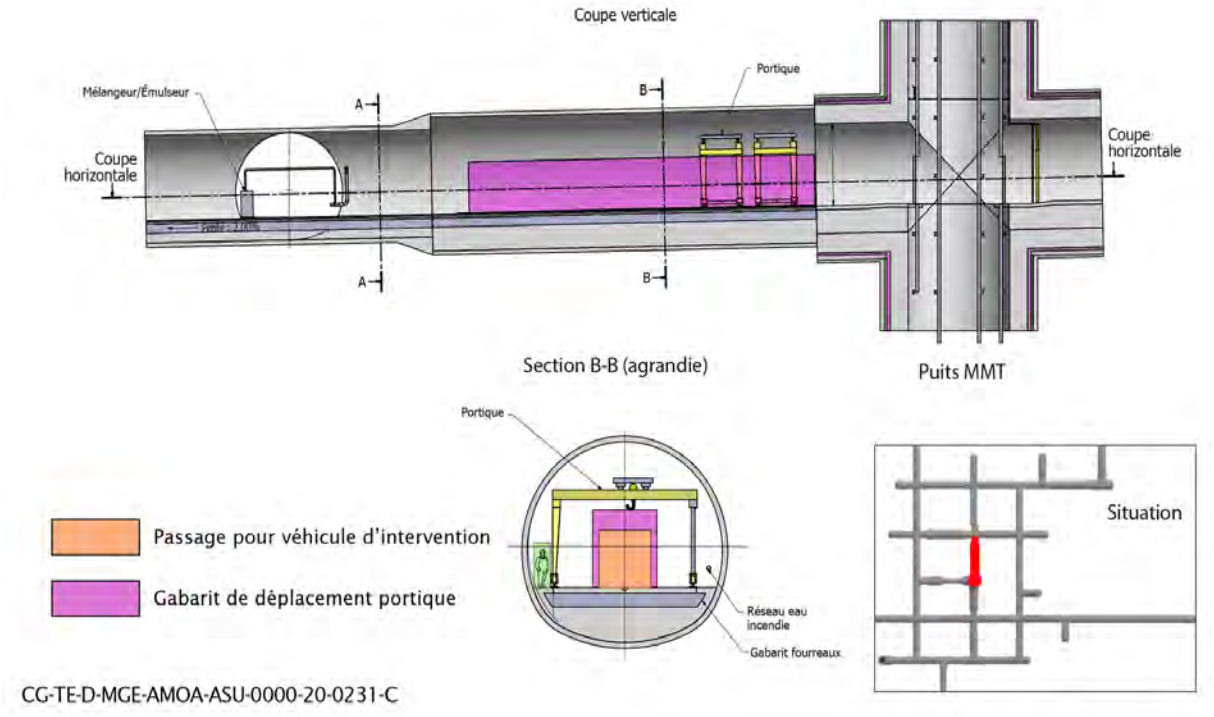


Figure 10-17 *Illustration de la galerie pour le transbordement des équipements de la ZSL travaux*

10.2.2.6.3 Le local cuve tampon de carburant

Le local cuve tampon de carburant permet de faire le plein de carburant pour les engins de travaux. Il contient une cuve à carburant à double peau, alimentée par la colonne à carburant (cf. Chapitre 9.2.2.5 du présent volume).

Il est situé dans une galerie borgne au nord-est de la ZSLT.

10.2.2.6.4 Le local production de béton projeté

Le local production de béton projeté, implanté au nord de la ZSLT, permet de produire le béton projeté pour les ouvrages souterrains concernés (cf. Chapitre 10.2.2.1 du présent volume).

10.2.2.6.5 Le local charge batteries

Le local charge batteries permet de recharger les moyens de transfert électrique (*e.g.* Chariot élévateur). Il est situé dans une galerie borgne au nord-ouest de la ZSLT.

Une ventilation dédiée est asservie à ce local pour gérer le risque de formation d'atmosphère explosive (cf. Figure 10-18).

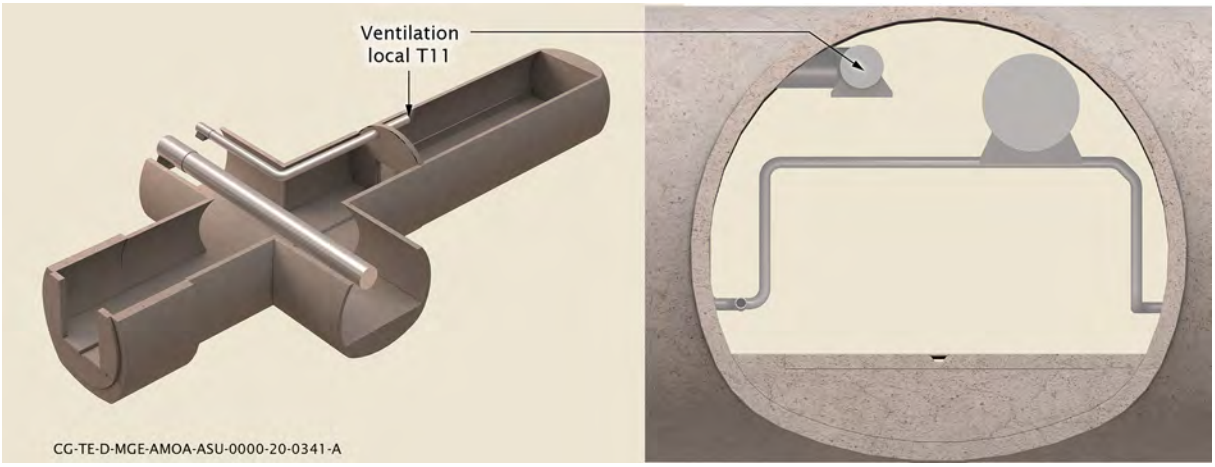


Figure 10-18 Illustration de la ventilation du local charge batteries de la ZSL travaux

10.2.2.7 Les démonstrateurs

Deux démonstrateurs sont prévus dans la ZSLT : un démonstrateur d'alvéole HA et un démonstrateur de scellement de galerie (cf. Figure 10-19).

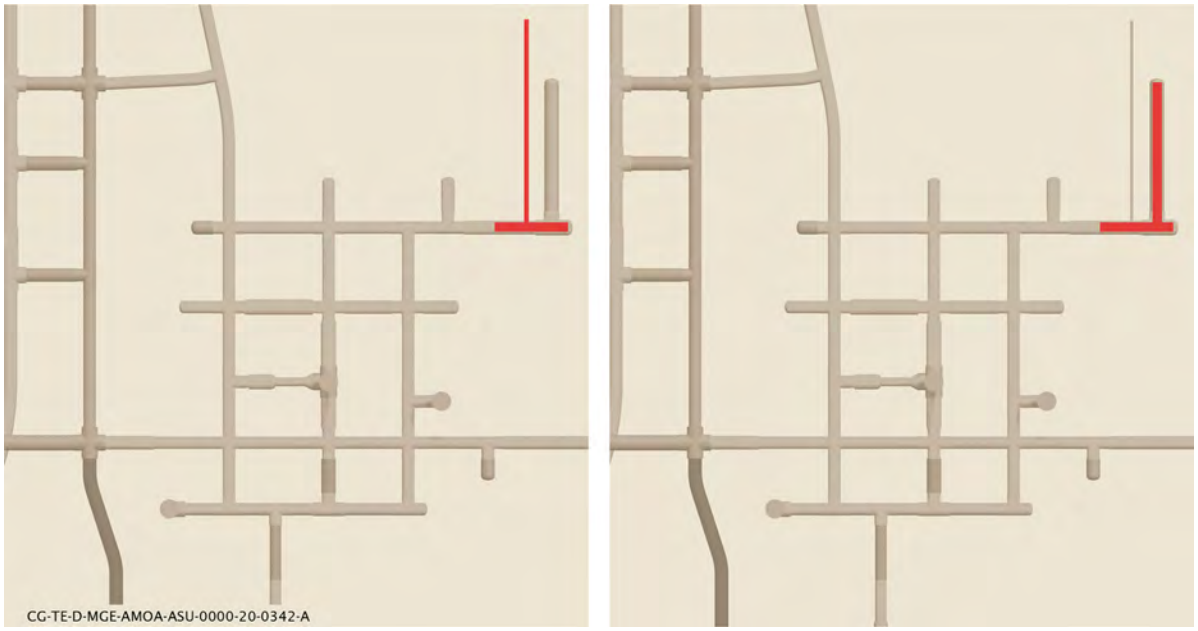


Figure 10-19 *Illustration de la ZSL travaux - Localisation du démonstrateur d'alvéole HA (à gauche) et du démonstrateur de scellement en galerie (à droite)*

La conception de la galerie d'accès aux démonstrateurs est similaire à celle de la galerie d'accès du quartier pilote HA.

Le démonstrateur d'alvéole HA est représentatif des alvéoles destinés à accueillir les colis dans le quartier de stockage HA.

Le démonstrateur de scellement de galerie est représentatif d'une galerie de liaison exploitation du quartier stockage HA, perpendiculaire à la galerie d'accès, qui abritera le futur scellement. La zone d'implantation du démonstrateur de scellement en galerie permet également de réaliser les autres éléments de démonstration associés aux ouvrages de fermeture (saignée, remblais).

11

Les systèmes supports

11.1 Le système d'information industriel 668
11.2 Les systèmes courants faibles industriels (CFI) 673
11.3 La gestion de l'alimentation électrique 694
11.4 La ventilation nucléaire 698
11.5 Les dispositions générales de sécurité incendie 725
11.6 Les fluides (eau, air comprimé, etc.) 729

Les systèmes supports présentés dans ce chapitre sont l'ensemble des systèmes permettant le fonctionnement de l'INB, en toute sûreté et en tout sécurité. Il s'agit ici de présenter :

- le système d'information industriel (SII) (cf. Chapitre 11.1 du présent volume) permettant d'exploiter l'installation par l'intermédiaire des systèmes de courants faibles industriels et de contrôle-commande (cf. Chapitre 11.2 du présent volume) ;
- les systèmes supports permettant d'alimenter l'INB en électricité (cf. Chapitre 11.3 du présent volume) et en fluides (cf. Chapitre 11.6 du présent volume) permettant, en particulier, le fonctionnement du process nucléaire et le maintien de certaines conditions d'ambiance (eau chaude, eau froide, eau glacée, air comprimé, etc.) ;
- le fonctionnement de la ventilation (cf. Chapitre 11.4 du présent volume) ;
- le réseau de sécurité incendie (cf. Chapitre 11.5 du présent volume).

11.1 Le système d'information industriel

Le système d'information industriel (SII) est un ensemble organisé de ressources qui permet de collecter, stocker, traiter et distribuer de l'information.

La mission générale du SII est de permettre une exploitation optimisée de l'INB sur sa durée d'ordre séculaire d'exploitation au travers de moyens techniques matériels et logiciels ainsi que de procédures permettant l'acquisition, le traitement, le stockage et la communication des informations.

11.1.1 Les principes généraux de conception

La conception générale du système d'information industriel est bâtie selon le concept hiérarchique à cinq niveaux de la pyramide CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) (cf. Encadré ci-dessous).

Les infrastructures du SII respectent les critères fondamentaux suivants :

- organiser et construire le système d'information industriel permettant la modélisation, la maîtrise, la qualité et la sécurisation des solutions mises en œuvre ;
- garantir aux utilisateurs un cadre fonctionnel et opérationnel structuré et cohérent avec les objectifs d'exploitation et de qualité ;
- assurer une continuité de fonctionnement et de performance tout en maîtrisant les coûts et en pérennisant les investissements ;
- fournir, installer, exploiter et assurer le maintien du système d'information en condition opérationnelle ainsi que la sécurisation et son maintien en condition de sécurité ;
- assurer l'administration.

Dans ce cadre, les principes de conception du système d'information industriel sont portés par :

- l'utilisation de technologies ayant atteint un niveau de maturité reconnu et éprouvé ;
- l'affranchissement quand cela est possible de « matériel propriétaire » ;
- la « virtualisation » des ressources, quand cela est possible, de manière à être découplé du matériel souvent source de contraintes et de coûts de possession élevés ;
- l'utilisation de technologies de communication sur « internet protocole » (IP) pour la vidéo et la télécommunication ;
- l'utilisation de solutions de haute disponibilité pour les infrastructures informatiques d'exploitation et de stockage de l'information ;
- le pilotage des procédés par des structures performantes et sécurisées avec une ergonomie d'exploitation adaptée en conséquence ;

- l'utilisation de postes d'exploitation de base identiques (banalisés) et dont l'accès aux fonctions et aux informations dépend du profil de l'utilisateur et du lieu d'exploitation ;
- la structuration des fonctions de l'ensemble du système d'information industriel par des ensembles fonctionnels (EF) indépendants et étanches qui structurent (cf. Chapitre 11.2.1), les communications transverses nécessaires entre eux se faisant au travers d'un dispositif maintenant l'indépendance des réseaux de communication de chacun lorsque requis.

Enfin, les équipements sont dimensionnés et adaptés aux conditions d'ambiance auxquelles ils sont susceptibles d'être soumis (par exemple, rayonnements ionisants dans certaines zones de l'installation nucléaire) afin de minimiser les opérations de maintenance et les périodes de jouvence.

ZOOM SUR LA PYRAMIDE CIM (*COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING*)

La pyramide CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) (Figure 11-1) est un concept décrivant le procédé d'automatisation d'un processus de production, transposable aux moyens matériels et logiciels permettent le fonctionnement de l'INB Cigéo.

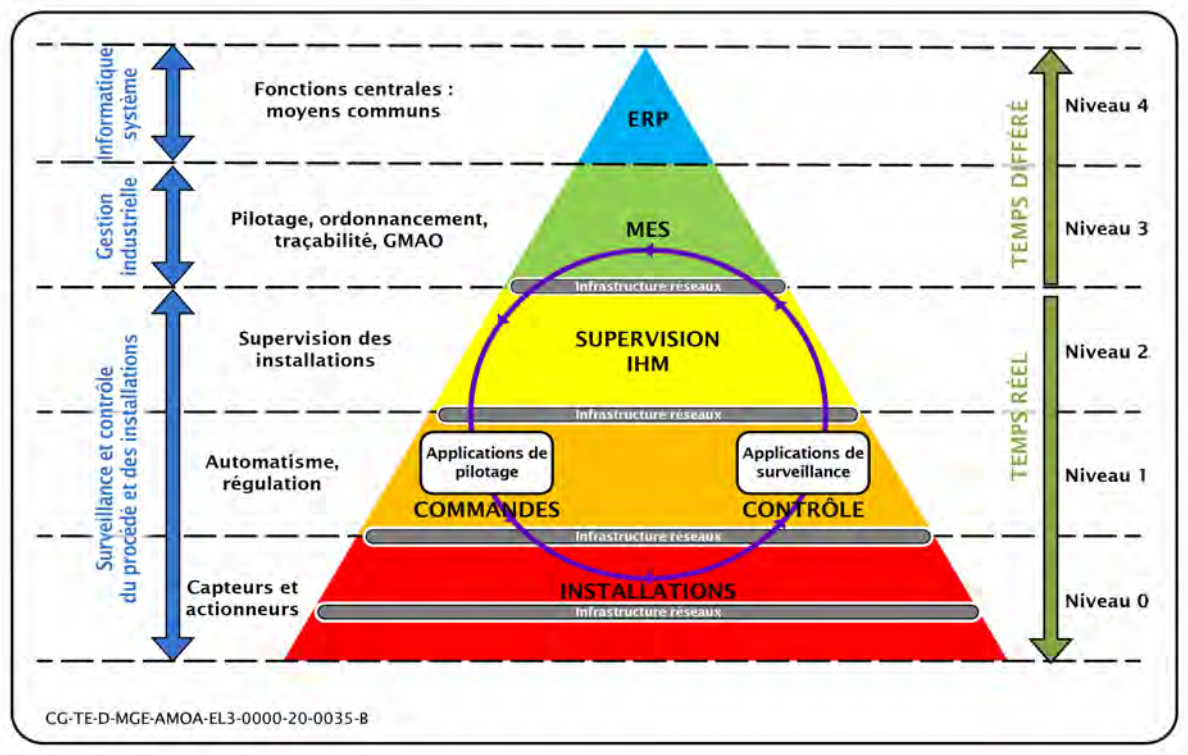


Figure 11-1 Illustration du principe général de la pyramide CIM

À chaque niveau correspondent des fonctions à assurer :

- niveau 0 : fonctions d'acquisition des données de terrain *via* les moyens de surveillance et de contrôle et réalisation des ordres de commande *via* les actionneurs ;
- niveau 1 : fonctions de gestion des automatismes, traitements des données de terrain issues du niveau 0 ;
- niveau 2 : fonctions de conduite et de supervision du process nucléaire et des différents systèmes courants faibles industriels (CFI), traitement des données issue du niveau 1 et du niveau 2 ;

- niveau 3 : fonctions de terrain, niveau de contrôle de l'exploitation de l'INB, en particulier du process nucléaire (niveau MES *Manufacturing Execution System*), de gestion de la confection des colis de stockage et de leur mise en alvéoles de stockage (approvisionnement, configuration équipements, ordonnancement, planification, lancement des missions, etc.) ;
- niveau 4 : fonctions administratives de gestion de l'organisation (niveau ERP : *Entreprise Ressource Planning*).

Le SII est concerné par les niveaux de 0 à 3, le niveau 4 étant dédié aux fonctions de gestion de l'organisation. Cette hiérarchisation permet de caractériser les moyens intervenant à des niveaux de décisions différents.

L'interconnexion des différents niveaux est réalisée au travers de l'infrastructure générale par différents réseaux de communication.

11.1.2 L'infrastructure et architecture

Suivant les principes présentés *supra*, l'architecture générale fonctionnelle du système d'information industriel se décompose suivant le schéma suivant (Figure 11-2).

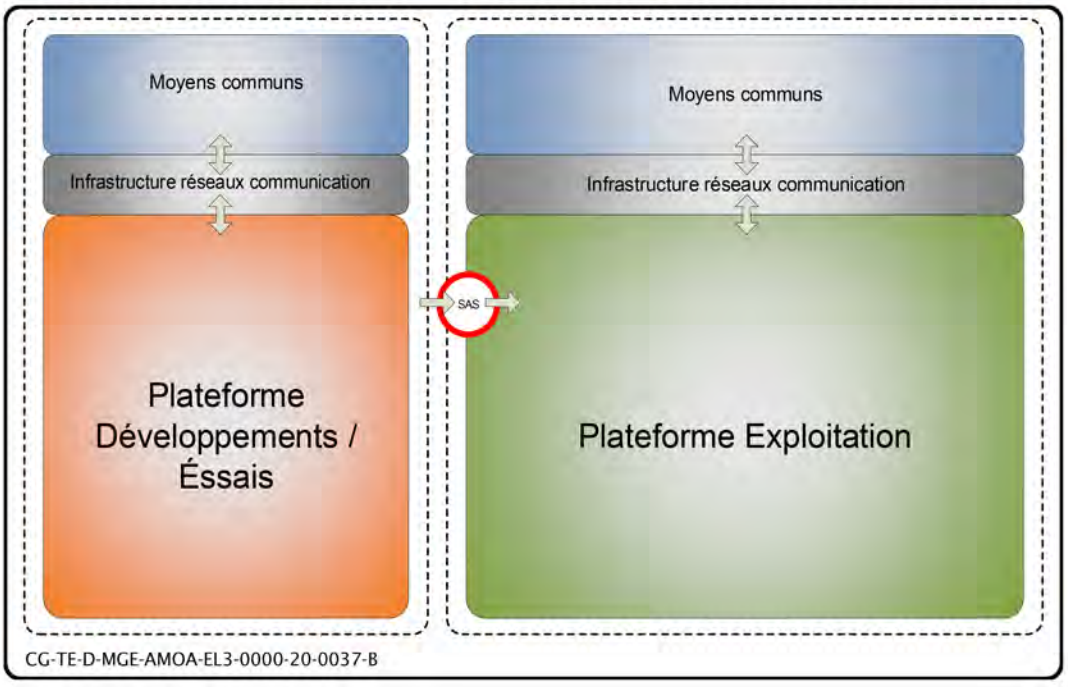


Figure 11-2 *Illustration de l'architecture générale fonctionnelle du système d'information industriel (SII)*

Deux ensembles transverses, « moyens communs » et « infrastructure des réseaux de communication » (cf. Chapitre 11.2.2 du présent volume) participent au fonctionnement de deux plateformes opérationnelles distinctes :

- la plateforme exploitation (PE) ;
- la plateforme développements/essais (PDE).

L'architecture retenue intègre ainsi une plateforme développements/essais en sus de la plateforme exploitation qui comprend les moyens et fonctions nécessaires durant la période dédiée aux activités de développement, de tests et d'intégration.

Le terme plateforme englobe l'ensemble des moyens opérationnels appliqués aux activités de développement, d'essais et d'exploitation. Cet ensemble comprend :

- les locaux d'où l'on conduit l'exploitation de l'INB et ceux où sont gérés les développements et essais préalables ;
- les moyens de communication et de conduite ;
- les équipements et dispositifs terrains (automates, capteurs actionneurs).

Les moyens communs fournissent l'ensemble des besoins en exploitation et en maintenance informatique du système d'information industriel. L'infrastructure des réseaux de communication assure les liens physiques et logiques entre les équipements et les logiciels.

La description du système d'information industriel couvre :

- le système d'information composé de moyens communs permettant l'exploitation de l'INB, en particulier en termes de :
  - ✓ moyens informatiques ;
  - ✓ stockage de données ;
  - ✓ messagerie électronique ;
  - ✓ gestion électronique documentaire ;
  - ✓ télécommunication ;
- l'infrastructure de communication du niveau terrain (niveau 0 du CIM) jusqu'au niveau de la gestion globale de production (niveau 3) ;
- la gestion des utilités et des systèmes courants faibles industriels (CFI) ;
- le système de contrôle commande du process nucléaire.

Le réseau principal du SII est constitué de fibres optiques résistantes au feu, aux rayonnements et à l'eau le cas échéant. La figure 11-3 présente l'infrastructure des réseaux de communication associés.

Les réseaux sont conçus pour répondre à des exigences de haute disponibilité. Ils sont à haut débit et utilisent des protocoles de communication permettant une redondance.

Les réseaux couvrent tous les besoins de communication de chaque ensemble fonctionnel et couvrent l'ensemble des zones en exploitation. Ils sont conçus pour répondre aux exigences d'exploitation, de disponibilité et de sûreté requises.

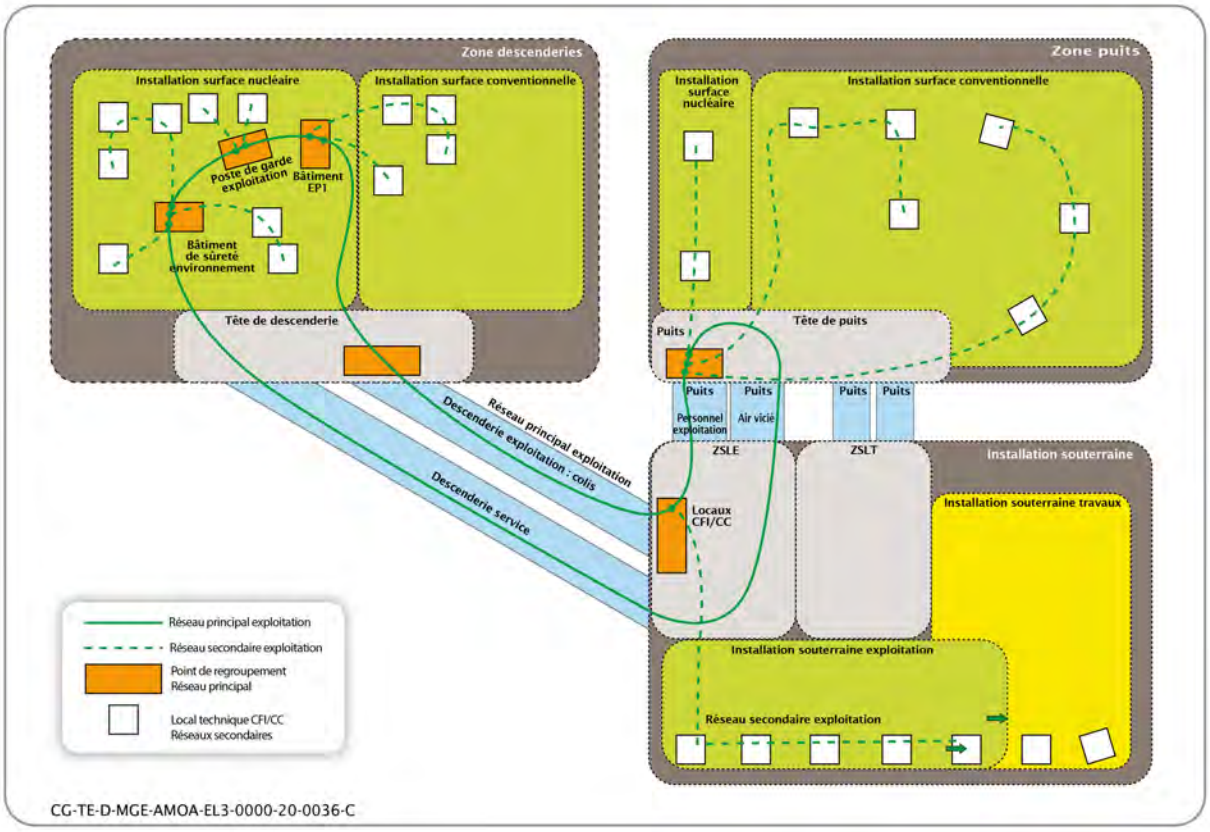


Figure 11-3 Illustration de l'infrastructure des réseaux de communication

Le système d'information industriel est organisé selon 15 ensembles fonctionnels (EF) qui correspondent aux systèmes courants faibles industriel (CFI) présentés au chapitre 11.2 du présent volume. Les ensembles fonctionnels valorisés au niveau de la démonstration de sureté sont principalement le contrôle-commande du process nucléaire (CC), la radioprotection (RP), la gestion technique de l'électricité (GTE), la ventilation nucléaire (VN) et le système de sécurité incendie. Dans un souci d'exhaustivité, l'ensemble des EF sont présentés au chapitre 11.1.2.

L'architecture générale du système d'information industriel est illustrée sur la figure 11-4.

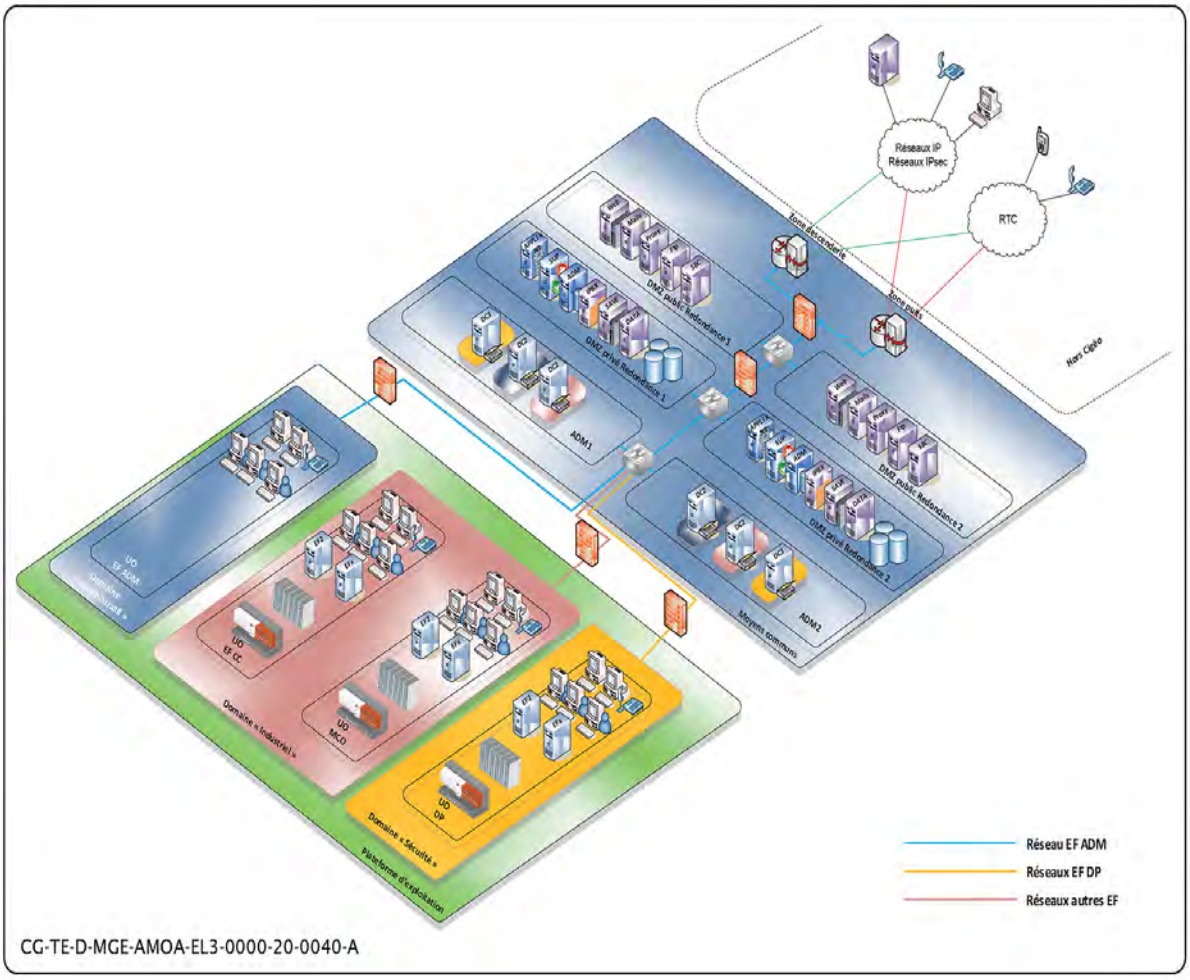


Figure 11-4 *Illustration de l'architecture générale du système d'information industriel*

Le principe architectural des moyens communs, logés dans l'ensemble fonctionnel administration (ADM), est basé sur une structure avec plusieurs sous-réseaux séparés les uns des autres, formés d'un sous-réseau public et d'un sous réseau privé.

Deux zones, ADM1 et ADM2 (cf. Figure 11-4) situées dans des zones de feu physiquement distinctes, regroupent les contrôleurs de domaines (principal et secondaire) des domaines « Administratif », « Industriel » et « Sécurité ».

L'ensemble des moyens communs est interconnecté aux ensembles fonctionnels au travers du réseau principal.

11.2 Les systèmes courants faibles industriels (CFI)

11.2.1 La description des ensembles fonctionnels

Les systèmes courants faibles industriel (CFI) sont des systèmes interconnectés permettant de commander et surveiller un certain nombre de fonctions utiles au bon fonctionnement de l'INB.

Ils sont décomposés selon les ensembles fonctionnels suivants :

- ADM : ADMinistration ;
- GMN : Gestion des Matières Nucléaires ;
- DP : Dispositions Particulières ;
- SSP : Système de Sécurité des Personnes ;
- VDI : Voix, Données et Images ;
- GTB : Gestion Technique du Bâtiment ;
- GTC : Gestion Technique Centralisée ;
- GTE : Gestion Technique Électrique ;
- RP : Radio Protection ;
- SSI : Système de Sécurité Incendie ;
- VN : Ventilation Nucléaire ;
- OS : Observation Surveillance ;
- SE : Surveillance de l'Environnement ;
- MCO : Maintien en Condition Opérationnelle.

À cela s'ajoutent les ensembles fonctionnels dédiés au contrôle-commande du process nucléaire (cf. Chapitre 11.2.15 du présent volume).

Les ensembles fonctionnels associés à la sûreté sont les ensembles fonctionnels :

- GTE : Gestion Technique Électrique ;
- RP : Radio Protection ;
- SSI : Système de Sécurité Incendie ;
- VN : Ventilation Nucléaire ;
- CC : Contrôle Commande du process nucléaire (chaine cinématique)

La perte de ses ensembles fonctionnels est analysée dans le volume 9 du présent rapport préliminaire de sûreté.

Une représentation schématique de l'organisation des ensembles fonctionnels précités est donnée sur la figure 11-5.

Figure 11-5 Schéma de principe de l'organisation du système d'information industriel (SII) de l'INB Cigéo en ensembles fonctionnels

11.2.2 L'ensemble fonctionnel administration (ADM)

L'ensemble fonctionnel administration (ADM) se décline en deux sous-ensembles principaux :

- « Moyens communs » s'appuyant sur les fonctions couvrant les champs d'application de niveau système pour l'accès et au stockage de l'information, les fonctions logicielles et applicatif, ainsi que les procédures ;
- « Infrastructure de communication réseau » constitué du réseau principal du centre mettant à disposition des points de regroupement pour l'interconnexion des réseaux secondaires.

11.2.3 L'ensemble fonctionnel gestion des matières nucléaires (GMN)

11.2.3.1 Les généralités

La gestion des matières nucléaires (GMN) constitue un outil opérationnel de gestion des matières nucléaires présentes sur l'INB pendant toute la durée de son exploitation et après. La gestion des matières nucléaires consiste à dresser un bilan comptable des substances radioactives (comptabilité matières), qui est transmis périodiquement à l'IRSN, ainsi qu'un suivi physique de celles-ci dans l'installation.

Le système GMN détient dans sa base de données l'identification individuelle de chaque colis primaire (référence, compatibilité, origine…) et de toutes les informations relatives à celui-ci (décomposition quantitative des matières nucléaires). La structure de la base de données s'adapte sur le cycle de vie complet de l'installation et la base de données est enrichie des informations de traçabilité des mouvements matières (suivi physique matières).

La comptabilité et le suivi physique matières est assurée par le MES (*Manufacturing Execution System*), c'est-à-dire le logiciel de gestion de la production (gestion du process).

11.2.3.2 Les fonctions

Les fonctions du système GMN concernent :

- la gestion de la comptabilité des matières nucléaires retenues dans la législation française et présentes dans l'installation ;
- le suivi physique des matières nucléaires présentes dans l'installation (localisation) par :
  - ✓ identification des colis primaires lors de leur arrivée sur le terminal ferroviaire nucléaire (TFN) ;
  - ✓ géolocalisation des colis primaires présents sur le TFN et dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 ;
  - ✓ cartographie de la position des colis primaires introduits dans les conteneurs (HA ou MA-VL) ou les paniers (MA-VL) ;
  - ✓ géolocalisation des colis primaires dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 avec cartographie des zones tampons ;
  - ✓ géolocalisation des colis de stockage en cours de transfert jusqu'à leur position de stockage dans les alvéoles ;
  - ✓ cartographie des colis primaires dans les zones de stockage (alvéoles). Par géolocalisation, on connaît la position de chaque colis primaire HA ou MA-VL dans les zones de stockage.

11.2.4 L'ensemble fonctionnel système de sécurité des personnes (SSP)

L'ensemble fonctionnel système de sécurité des personnes (SSP) contrôle les barrières technologiques et les dispositifs participant à la protection des personnes dans les zones contrôlées au sens radioprotection.

Le SSP est composé de plusieurs dispositifs permettant de garantir l'application des règles de sécurité. Il permet de surveiller et piloter les organes de sécurité d'accès aux zones contrôlées, informe et réalise le suivi des personnes sur l'INB au travers de cinq sous-ensembles fonctionnels (cf. Figure 11-6) :

- le sous-ensemble fonctionnel contrôle d'accès et de circulation en zone sûreté nucléaire (CASN) pour le contrôle d'accès en zones contrôlées et à l'intérieur de ces zones contrôlées, la gestion de la sécurité des accès des personnes dans les zones de process nucléaire de la descenderie colis et dans les galeries souterraines ;
- le sous-ensemble signalisation permettant la gestion des autorisations d'accès (feux tricolores, etc.), la signalisation règlementaire (feux à éclats, klaxon, etc.) et les informations près des points d'accès (messages, nombre de personnes, zone d'anoxie etc.) ;
- le sous-ensemble fonctionnel gérant les systèmes de communication ;
- le système de géolocalisation des personnes ;
- le système de vidéo observation.

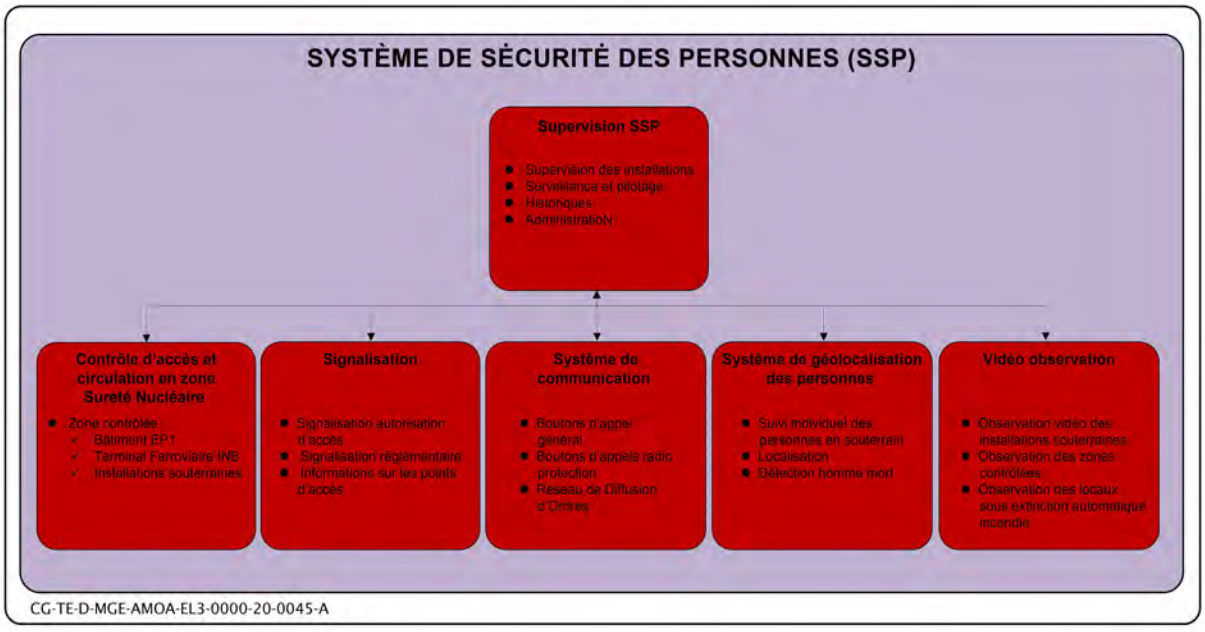


Figure 11-6 *Schéma de l'nsemble fonctionnel système de sécurité des personnes (SSP)*

11.2.5 L'ensemble fonctionnel voix, données et images (VDI)

L'ensemble fonctionnel voix, données et images (VDI) fournit l'ensemble des moyens support de communication du site, en particulier les communications liées à la gestion de crise.

Il est composé de cinq sous-ensembles fonctionnels (cf. Figure 11-7) :

- téléphonie conventionnelle et de sécurité ;
- interphonie d'accès et inter-salles et postes locaux ;
- vidéo : support vidéosurveillance, support vidéo contrôle et support vidéo observation ;
- vidéo diffusion : communication interne ;
- radio communication générale et de sécurité.

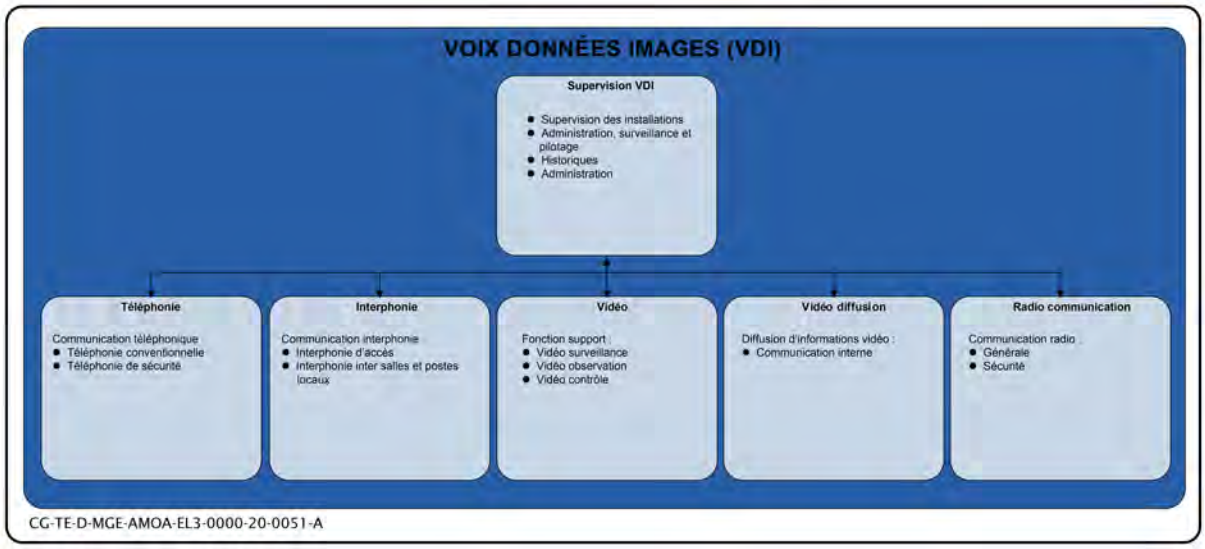


Figure 11-7 Schéma de l'ensemble fonctionnel voix, données et images (VDI)

Chaque sous-ensemble fonctionnel, conçu sur la base d'unités de traitement centralisées et dédiées, porte la fonction support de communication (interconnexion) de ses dispositifs terminaux (téléphone, interphone, caméra, écran et radiocom).

11.2.6 L'ensemble fonctionnel gestion technique du bâtiment (GTB)

L'ensemble fonctionnel Gestion Technique du Bâtiment (GTB) met en œuvre les moyens nécessaires pour assurer la gestion et la supervision des équipements techniques des bâtiments et de l'INB Cigéo tels que le chauffage, la ventilation conventionnelle et climatisation, l'électricité basse-tension (éclairage et distribution), les fluides et utilités, la gestion des eaux et effluents, la gestion des déchets conventionnels et les ascenseurs. L'ensemble fonctionnel GTB intègre six sous-ensembles fonctionnels principaux (cf. Figure 11-8) :

- fluides et utilités :
  - ✓ production et distribution d'eau glacée ;
  - ✓ production et distribution d'eau chaude ;
  - ✓ production d'air comprimé ;
  - ✓ approvisionnement, stockage et distribution fioul domestique (FOD) bâtiments utilités – chaufferie ;
  - ✓ approvisionnement de gaz naturel ;
  - ✓ approvisionnement et distribution de carburants de la station-service ;
  - ✓ distribution d'eau incendie ;
  - ✓ distribution de gaz d'extinction incendie ;
  - ✓ distribution d'azote pour le balayage de l'atmosphère interne des alvéoles HA ;

- cycle de l'eau ;
- chauffage, ventilation et climatisation des bâtiments ;
- électricité basse tension (éclairage, prises de courant et petites forces motrices) ;
- ascenseurs puits et bâtiments de surface ;
- contrôle et gestion des déchets organiques et des déchets issus de la déchetterie.

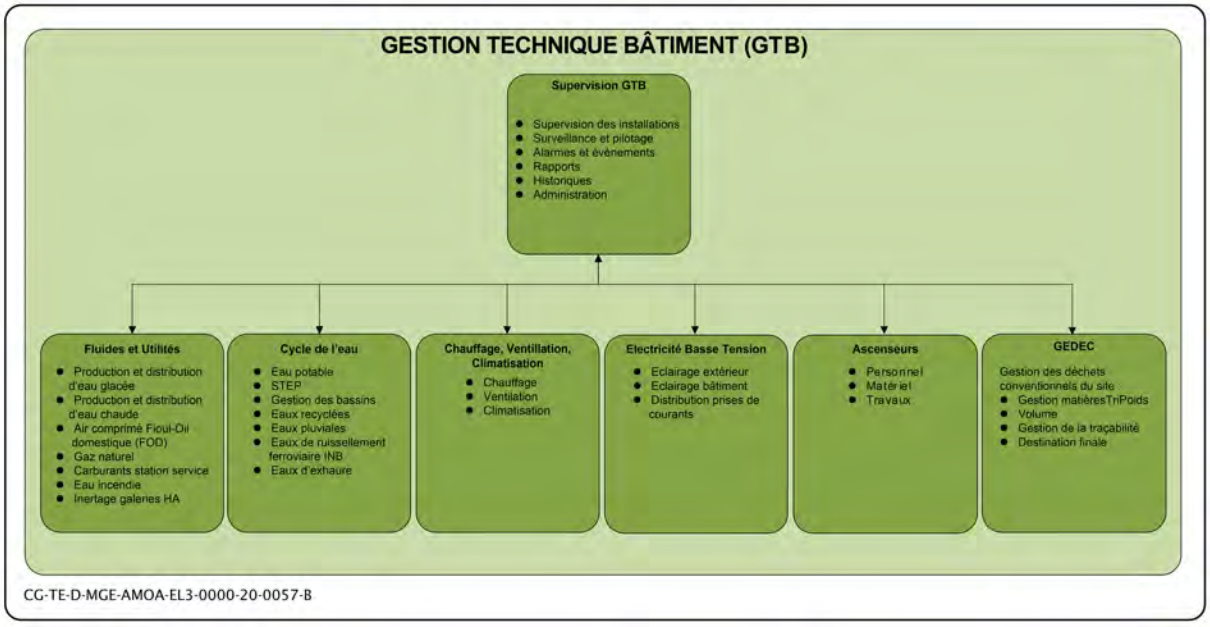


Figure 11-8 Schéma de l'ensemble fonctionnel gestion technique du bâtiment GTB

11.2.7 L'ensemble fonctionnel gestion technique centralisée (GTC)

L'ensemble fonctionnel gestion technique centralisée (GTC) met en œuvre les moyens nécessaires afin de centraliser et diffuser 24h/24h et 7j/7j la synthèse des informations jugées importantes/prioritaires. L'exploitation des informations est réalisée à partir d'une supervision centralisée située au poste central de sécurité (PCS) de la zone descenderie avec report d'information dans la zone puits.

À noter que le système GTC ne supervise pas ici des équipements comme l'alimentation électrique, les circulations, la vidéosurveillance ou le contrôle d'accès comme c'est souvent le cas dans d'autres projets. Ces équipements sont supervisés ici par d'autres ensembles fonctionnels.

L'ensemble fonctionnel GTC intègre un unique sous-ensemble consacré à la synthèse des informations critiques du site (cf. Figure 11-9).

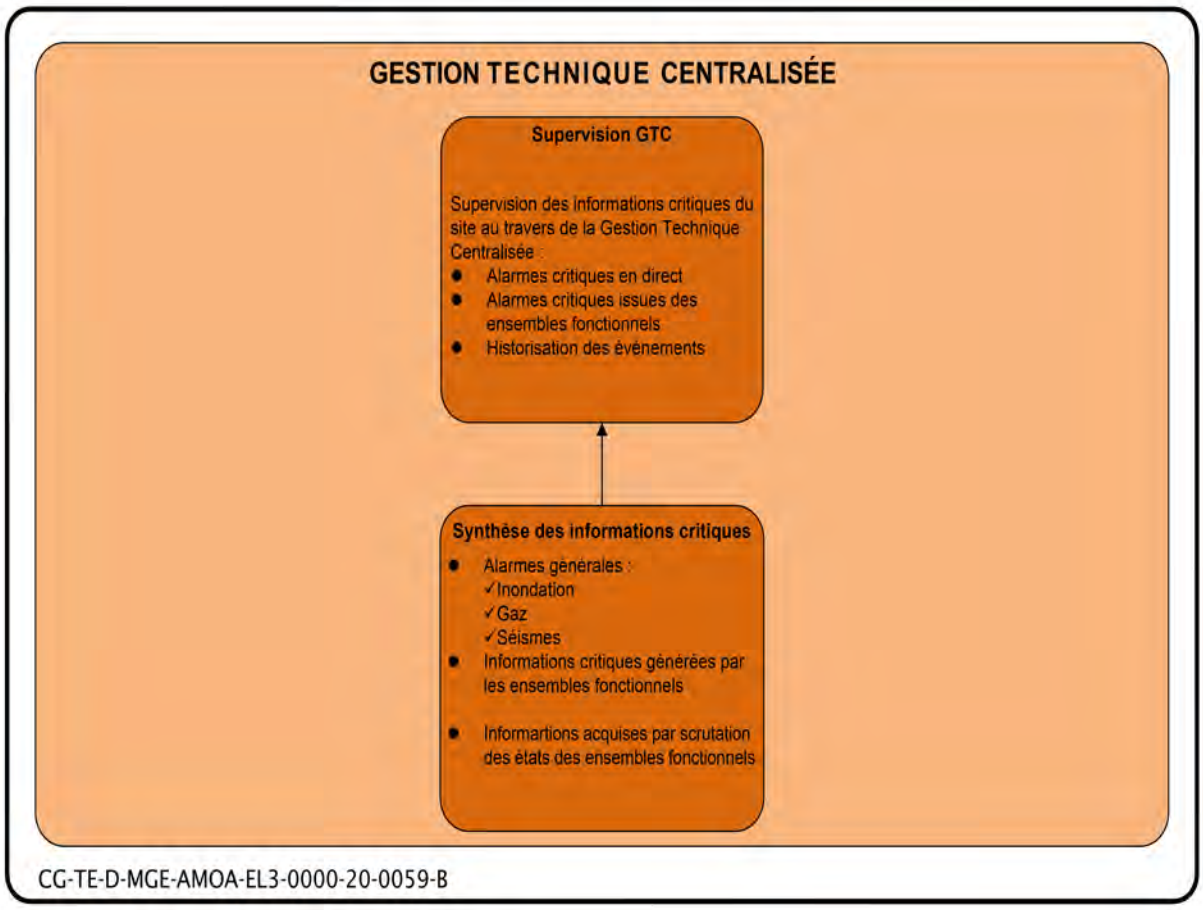


Figure 11-9 Schéma de l'ensemble fonctionnel gestion technique centralisée (GTC)

Les informations de niveau critique traitées au sein de la GTC correspondent aux alarmes et évènements pouvant impacter le bon fonctionnement des installations, la sécurité des biens et des personnes ainsi que la protection de l'environnement.

Les informations critiques acheminées par le système jusqu'au poste central de sécurité sont générées suivant 3 modes de traitements :

- les alarmes générales acquises directement par le système GTC lui-même (ex : inondation, gaz, séisme) ;
- les alarmes et évènements de synthèse transmises des ensembles fonctionnels au travers d'un mécanisme d'échange d'information (interopérabilité fonctionnelle) ;
- les alarmes calculées par la GTC et issues d'une surveillance périodique de l'état de fonctionnement de chaque ensemble fonctionnel (interopérabilité fonctionnelle).

11.2.8 L'ensemble fonctionnel gestion technique électrique (GTE)

L'ensemble fonctionnel gestion technique électrique (GTE) a pour mission la supervision des réseaux électriques haute tension A, haute tension B et basse tension (HTB/HTA/BT) en assurant la surveillance, le contrôle et l'automatisation. Elle assure la continuité de l'activité et garantit la fiabilité et la disponibilité de l'énergie électrique du centre et, en particulier, de l'INB.

Le poste de supervision de la GTE se situe en zone utilités. Un poste supplémentaire est situé au poste central de sécurité du bâtiment sûreté/sécurité/environnement en cas de situation incidentelle ou accidentelle et en cas de perte de la GTE principale de la zone utilités.

L'architecture de la GTE est conçue sur la base du standard IEC 61850, 2022 (28) et est constituée d'une supervision connectée à des dispositifs de traitement et d'acquisition répartis.

L'ensemble fonctionnel GTE est composé de deux sous-ensembles fonctionnels (cf. Figure 11-10) :

- surveillance des réseaux électriques ;
- maintien opérationnel des réseaux électriques.

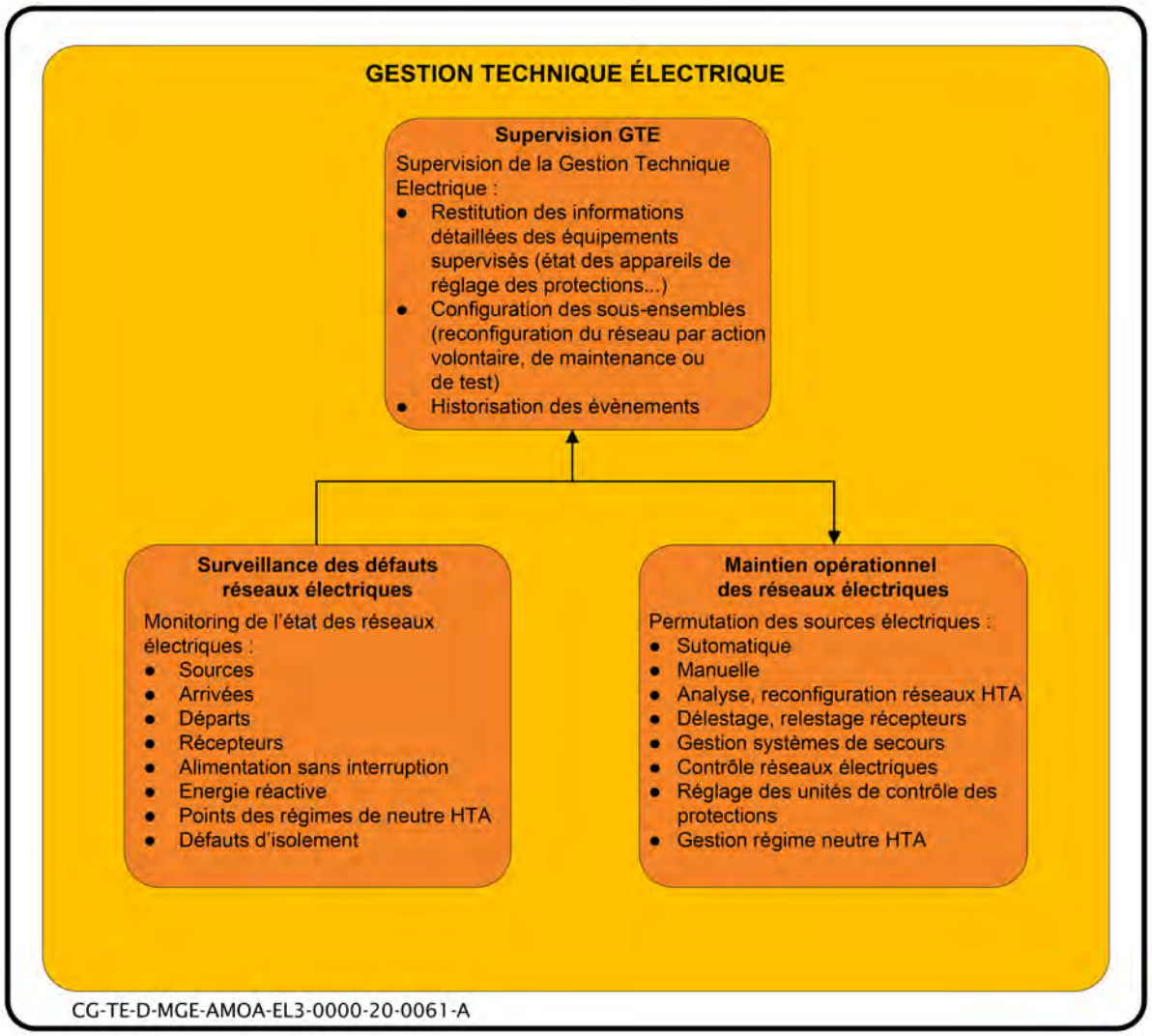


Figure 11-10 Schéma de l'ensemble fonctionnel gestion technique électrique (GTE)

11.2.9 L'ensemble fonctionnel radioprotection (RP)

L'ensemble fonctionnel radioprotection (RP) réalise les mesures et analyses radiologiques et dosimétriques liées aux activités du site. La conduite et l'exploitation sont réalisées depuis une supervision centralisée ou tableau de contrôle des rayonnements situés dans les locaux dédiés à la protection radiologique et surveillance de l'environnement (SPRSE) du bâtiment sûreté/sécurité/environnement de la zone descenderie.

Les informations de synthèse radioprotection sont reportées au poste central de sécurité ainsi qu'au poste de commandement et de coordination (PCC) en cas de crise, dans les locaux dédiés à la protection radiologique et surveillance de l'environnement du bâtiment sûreté/sécurité/environnement, ainsi qu'à la salle d'exploitation dédiée à la protection contre les radiations située à proximité de la salle de commande centralisée, dans le bâtiment nucléaire de surface (EP1).

L'ensemble fonctionnel RP est composé de cinq sous-ensembles fonctionnels (cf. Figure 11-11) :

- surveillance radiologique des zones nucléaires de l'INB ;
- surveillance radiologique des rejets atmosphériques ;
- surveillance radiologique des effluents liquides ;
- dosimétrie opérationnelle.

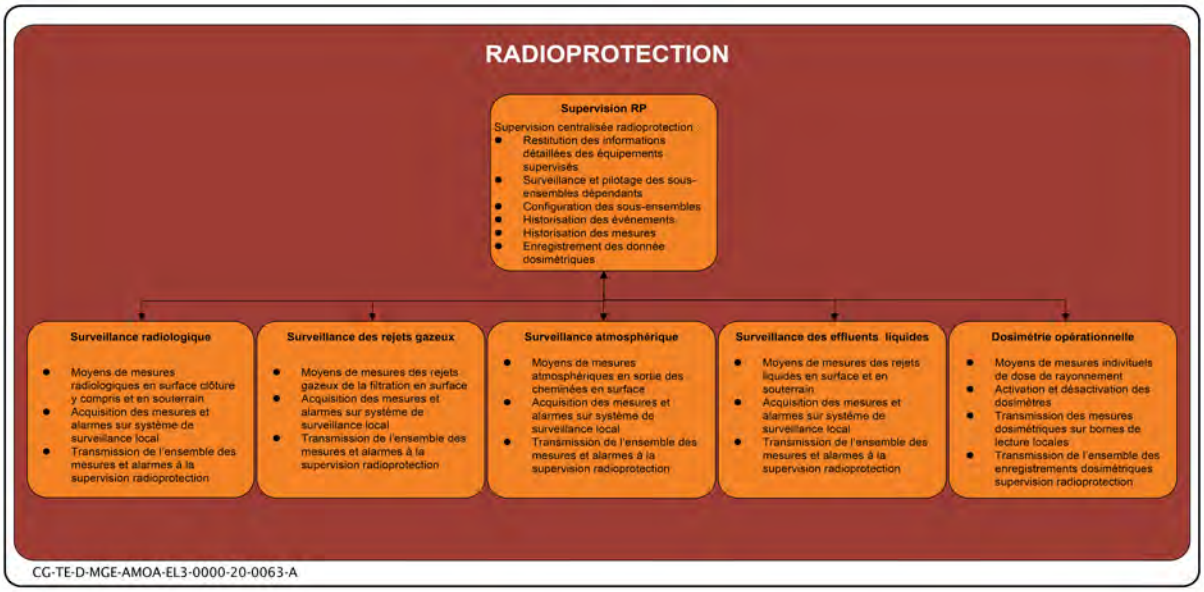


Figure 11-11 Schéma de l'ensemble fonctionnel radioprotection (RP)

Les informations issues de ces sous-ensembles sont fonctionnellement à destination du personnel de protection radiologique et surveillance de l'environnement et également pour des synthèses d'alarmes à destination du PCS et des forces de sécurité et permettent d'autoriser l'accès à certaines zones et garantir le fonctionnement normal de l'installation.

Lorsque utilisés, les équipements de surveillance radiologique mobiles transmettent les informations à la supervision centrale *via* des connexions raccordables au réseau de communication de l'ensemble fonctionnel RP.

Les informations sont également remontées par un cheminement parallèle au travers de l'ensemble fonctionnel GTC (voir ci-dessus).

Les équipements de surveillance radiologique effectuant des mesures en temps réel surveillent *a minima* deux seuils :

- le seuil 1 dont le dépassement génère une alerte ;
- le seuil 2 dont le dépassement génère une alarme.

L'ensemble des équipements de surveillance radiologique (hors équipements de mesures portatifs) remonte les informations de fonctionnement, de mesures et de dépassement de seuil au niveau de la supervision radioprotection en salle de conduite. Les paramètres de fonctionnement des équipements peuvent être modifiés *via* la supervision au niveau de la salle de conduite. Le poste de commandement et de coordination (PCC) dispose d'un poste permettant uniquement la visualisation.

11.2.10 L'ensemble fonctionnel système de sécurité incendie (SSI)

La mise en sécurité incendie des locaux repose sur le principe d'une détection associée à différents asservissements en fonction du local incriminé. Ces asservissements reposent sur un zonage de l'installation, une gestion des alarmes et du déclenchement de dispositifs de sécurité assurant le compartimentage et/ou la sectorisation du départ de feu pouvant aller jusqu'à la mise en œuvre des dispositifs fixes d'extinction.

L'ensemble fonctionnelle système de sécurité incendie (SSI) est composé :

- d'un système de détection incendie ;
- d'un système de mise en sécurité incendie assurant les fonctions de mise en sécurité suivantes :
  - ✓ évacuation des personnes ;
  - ✓ compartimentage ;
  - ✓ désenfumage ;
  - ✓ extinction.

Ce système est constitué de l'ensemble des matériels servant à acquérir les informations de détection et à transmettre les ordres liés à la mise en sécurité incendie. Les informations acquises sont traitées et les actions nécessaires à la mise en sécurité des personnes et des biens déclenchées.

Ce système a pour fonction de détecter au plus tôt les départs de feu, de permettre au personnel de se mettre en sécurité (alarme évacuation, signalisation d'évacuation), d'assurer si nécessaire le compartimentage de locaux ou zones par déclenchement des équipements de sécurité asservis et de déclencher le cas échéant le ou les dispositifs d'extinction fixe.

Le SSI de la zone exploitation est physiquement distinct du SSI de la zone travaux. Un report des informations issues du SSI travaux est effectué au sein du poste central de sécurité de la zone exploitation.

Le système de sécurité incendie, sous contrôle 24h/24h et 7j/7j depuis le poste central de sécurité (PCS) situé dans le bâtiment sûreté/sécurité/environnement, couvre la surveillance de l'ensemble des installations (de surface et souterraine) réalisé par interconnexions des réseaux secondaires SSI distincts en surface et au fond avec le réseau principal SSI commun.

L'état de chaque système d'extinction est suivi au PCS (veille, dérangement, déclenchement).

Les dispositifs de traitements répartis sont adressables de manière à identifier l'origine d'un éventuel incendie. Ils sont composés :

- pour les systèmes embarqués, sur les moyens mobiles de manutention, de systèmes de sécurité incendie, interconnectés à une centrale fixe au travers d'un réseau sans fil, réalisant la détection et l'extinction automatique ;
- de centrales incendie fixes disposées géographiquement dans les ouvrages en surface et souterrains ;
- d'un système central situé au PCS disposant de supervision et de moyens permettant la levée de doutes et d'optimiser la réponse en cas de déclenchement d'une alarme feu ;
- d'arrêts pompiers prévus pour certaines mises en sécurité.

Les fonctions portées par l'ensemble fonctionnel SSI sont présentées sur la figure 11-12.

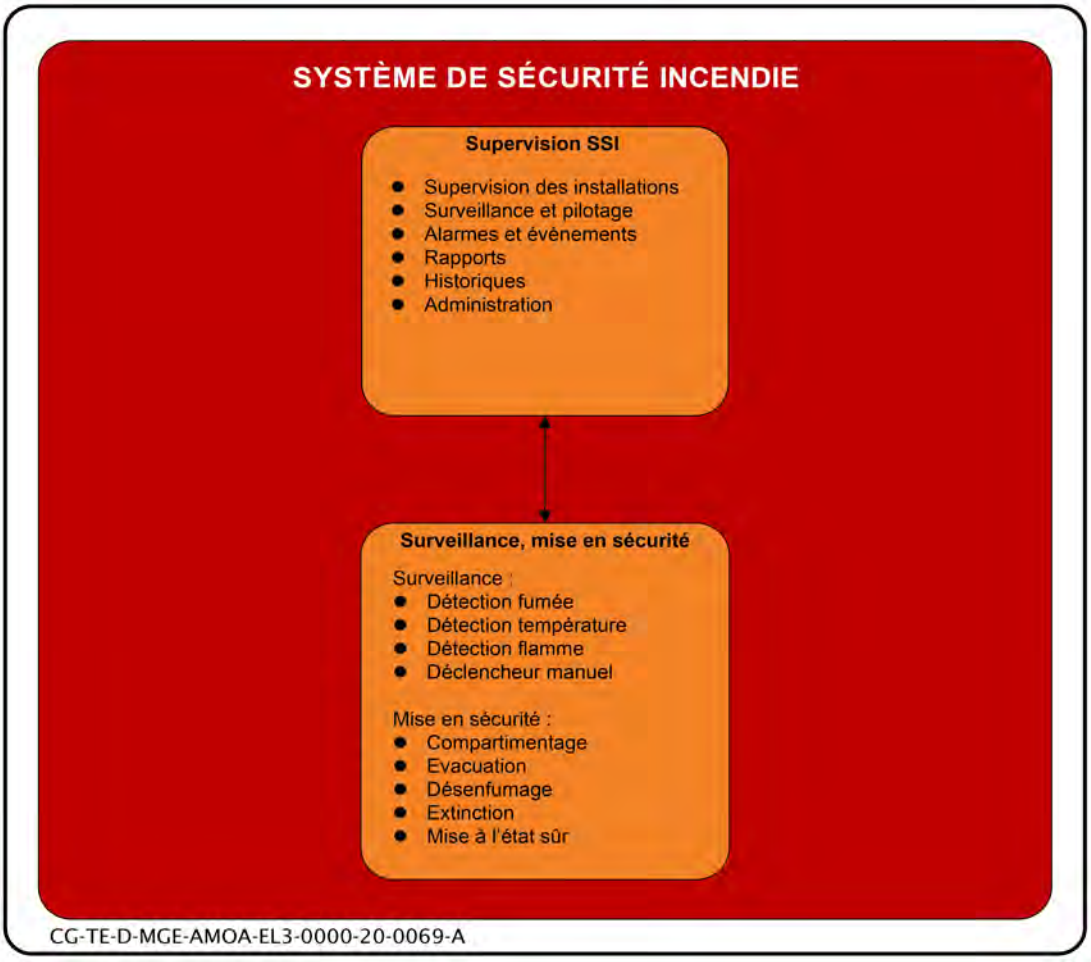


Figure 11-12 Schéma de l'ensemble fonctionnel système de sécurité incendie SSI

11.2.11 L'ensemble fonctionnel ventilation nucléaire (VN)

L'ensemble fonctionnel ventilation nucléaire (VN) permet de superviser et piloter si nécessaire la ventilation des zones d'activité nucléaire des installations de surface et souterraine en accord avec les exigences opérationnelles d'une INB. La ventilation est présentée au chapitre 11.4 du présent volume et les éléments de surveillance et pilotage au chapitre 11.4.3 du présent volume.

L'ensemble fonctionnel ventilation nucléaire intègre les fonctions de pilotage automatique, dont la régulation des différents niveaux de dépression, de la ventilation nucléaire dans les modes de fonctionnement normal, dégradé, incidentel ou accidentel.

En fonctionnement normal, l'exploitation de la ventilation nucléaire se fait en mode automatique avec reports d'informations au poste central de sécurité et à la salle de conduite centralisée. Si nécessaire, et sous couvert d'interverrouillages entre les moyens de pilotage, des actions de conduite à distance peuvent être réalisées à partir de la salle de conduite centralisée, du poste central de sécurité ou en local à partir des interfaces en face avant des armoires contrôle-commande ventilation.

Des scénarios de mise en sécurité (cf. Volume 9 du présent rapport) réalisés par les automates sont coordonnés avec le SSI (Système de Sécurité Incendie). Les automates gèrent également le rééquilibrage des réseaux en cas de perturbations dues au lancement d'un scénario de désenfumage.

L'ensemble fonctionnel ventilation nucléaire gère la ventilation des zones suivantes (cf. Figure 11-13) :

- le bâtiment de surface nucléaire ;
- les descenderies colis et service ;
- les alvéoles MA-VL ;
- les galeries des quartiers de stockage MA-VL, du quartier de stockage HA et du quartier pilote HA.

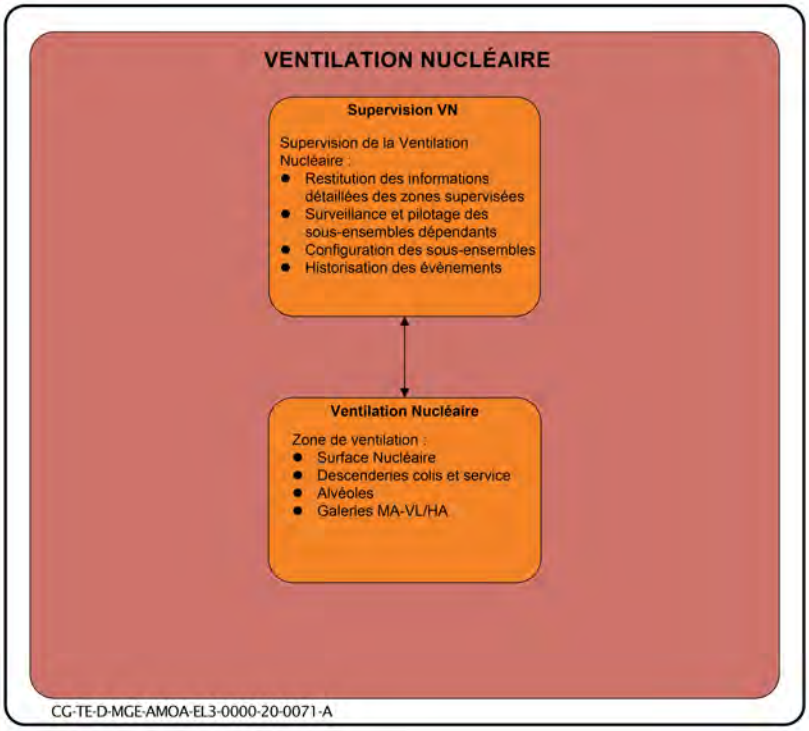


Figure 11-13 Schéma de l'ensemble fonctionnel ventilation nucléaire (VN)

11.2.12 L'ensemble fonctionnel observation surveillance (OS)

L'ensemble fonctionnel observation surveillance (OS) gère la surveillance de l'installation souterraine.

En lien avec le développement progressif, la surveillance de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo répond aux principaux objectifs suivants :

- s'assurer que l'impact de la construction l'INB Cigéo sur l'homme et l'environnement reste dans le domaine autorisé et gérer les risques ;
- s'assurer et vérifier que l'installation fonctionne conformément aux exigences de protection de l'homme et l'environnement.

Les données issues de cette surveillance et identifiées comme devant être à destination de l'exploitation sont transmises à l'ensemble fonctionnel Gestion Technique Centralisée (GTC) sur un poste d'exploitation dédié au poste central de sécurité du bâtiment sûreté/sécurité/environnement avec report d'information à la salle de conduite centralisée du bâtiment nucléaire de surface.

11.2.13 L'ensemble fonctionnel surveillance de l'environnement (SE)

L'ensemble fonctionnel surveillance de l'environnement (SE) permet l'acquisition des données issues de points de mesure définis hors et dans l'installation afin de surveiller l'évolution de différents paramètres environnementaux pendant l'exploitation de l'INB.

L'exploitation est réalisée depuis une supervision centralisée située au bâtiment sûreté/sécurité/environnement de la zone descenderie.

L'ensemble fonctionnel surveillance de l'environnement intègre les sous-ensembles fonctionnels :

- surveillance réglementaire de l'environnement ;
- station météo.

11.2.14 L'ensemble fonctionnel maintien en condition opérationnelle (MCO)

L'ensemble fonctionnel maintien en condition opérationnelle (MCO) traite les activités de maintenance.

La gestion des activités de maintenance est centralisée dans le bâtiment nucléaire de surface (EP1).

L'ensemble fonctionnel MCO intègre aussi la gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO).

Dans ce cadre, les informations de maintenance, issues des activités engendrées par les ensembles fonctionnels, doivent remonter à la GMAO. Il s'agit :

- d'informations d'autodiagnostic générées par les équipements et dispositifs de terrain au travers de la supervision industrielle ;
- de données simples (défaut capteurs, organes, etc.) ou calculées (temps cumulé de fonctionnement machine, cartes de contrôle, etc.) par la supervision et destinées à la maintenance ;
- des informations pour donner suite aux opérations d'inspection et de maintenance, saisies manuellement depuis une interface homme-machine (IHM) connectée à la supervision sur un poste fixe ou depuis un dispositif mobile de saisie et de visualisation type tablette électronique.

11.2.15 L'ensemble fonctionnel contrôle commande du process nucléaire (CC)

11.2.15.1 La présentation des systèmes composant le contrôle commande

L'ensemble fonctionnel contrôle commande (CC) permet le pilotage et la supervision de l'ensemble du process nucléaire. Il se décompose selon deux systèmes :

- le système de conduite ;
- le système de sécurité.

11.2.15.1.1 Le système de conduite

Le système de conduite fonctionne par :

- **automatisation des équipements** : il s'agit des équipements pilotés par API (Automate de conduite) assurant le fonctionnement automatisé de l'équipement concerné (comprenant les séquences et les asservissements) ;
- **interface de pilotage et de supervision** : il s'agit des postes permettant au personnel de conduite de visualiser l'état des équipements et de les commander. Il existe plusieurs niveaux de commandes possibles qui sont déterminés :
  - ✓ au niveau le plus haut, en agissant sur la programmation et l'ordonnancement des ordres de mission ;
  - ✓ en cours d'exécution d'une mission, en agissant sur les différentes étapes d'un ordre de mission (*i.e.* Macro-fonction, fonction et séquence) ;
  - ✓ en cas d'incident lors du déroulement d'une mission, en agissant sur les modules de base (commande directe de l'équipement).

11.2.15.1.2 Le système de sécurité

Le système de sécurité fonctionne par :

- **automatisation des sécurités des équipements** : il s'agit des systèmes de sécurité instrumentés de chaque équipement piloté par APS (Automate de sécurité) assurant, indépendamment des fonctions de conduite précédentes, toutes les fonctions de sécurité du processus nucléaire. Celles-ci se décomposent selon :
  - ✓ les fonctions classées de sûreté nucléaire (notées FISN) ;
  - ✓ les fonctions classées de sécurité fonctionnelle ou machine (notées FIS) ;
- **interface de gestion des sécurités** : il s'agit des postes permettant au personnel de conduite et de maintenance de visualiser l'état des fonctions de sécurité et de réaliser les actions de réarmement ou d'inhibition de ces fonctions.

11.2.15.2 La description de l'architecture du contrôle commande

11.2.15.2.1 L'architecture type du système de conduite

L'organisation du système de conduite est définie de la façon suivante (cf. Figure 11-14) :

- un système contrôle-commande intégré comprenant un serveur de données centralisées (serveur d'application) qui échange les informations entre les systèmes de traitement, les postes client de conduite et de supervision (ces postes sont banalisés et peuvent se situer en salle de conduite centralisée ou en poste de conduite local) ;
- des pupitres IHM locaux directement connectés et dédiés à un équipement pouvant être utilisés dans un mode de pilotage particulier isolé du système intégré.

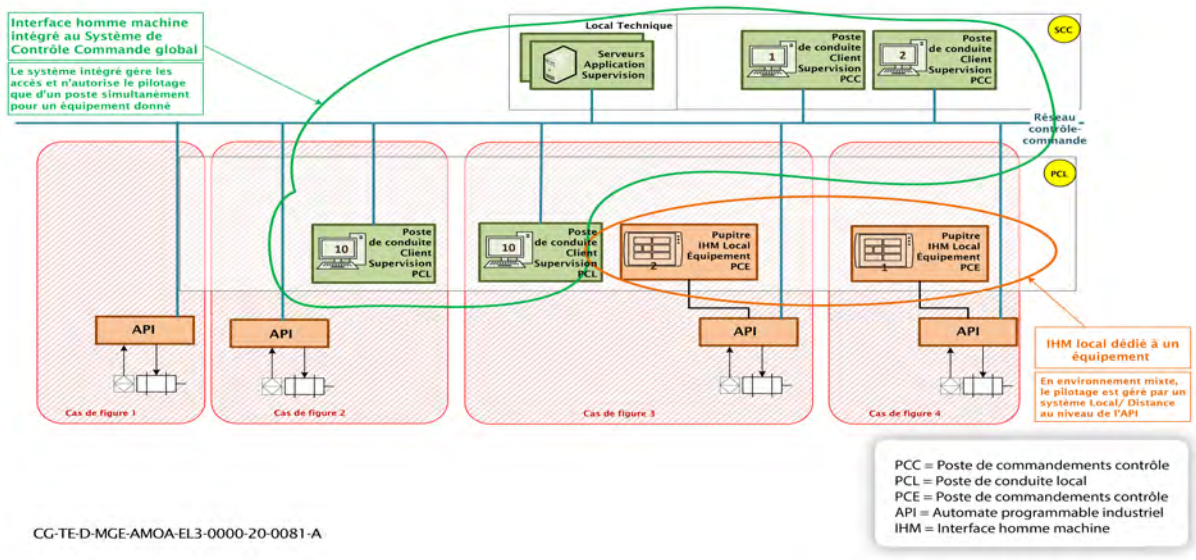


Figure 11-14 Schéma de principe de l'architecture type du système de conduite

Les lieux de conduite peuvent être organisés selon les cas de figure suivants :

- cas de figure 1 et 2 : pilotage et supervision avec le système intégré depuis la salle de conduite centralisée ou un poste de conduite local ;
- cas de figure 3 et 4 : pilotage et supervision mixte par « le système intégré » ou « l'IHM local dédié » depuis la salle de conduite centralisée ou un poste de conduite local.

11.2.15.2.2 L'architecture type du système de sécurité

Cette architecture type présente les différentes possibilités d'architecture du solveur de sécurité en fonction des niveaux de barrières requis en sûreté nucléaire, en sécurité fonctionnelle ou en sécurité machine.

Cette architecture permet de répondre à toutes les exigences de sécurité nucléaire (cf. Figure 11-15) :

- sûreté nucléaire (FISN) : les barrières de sécurité peuvent être de 3 niveaux :
  - ✓ barrière modérée :
    - architecture : barrière de sûreté instrumentée non redondante ;
  - ✓ barrière forte de repli ;
    - description : amenant à une position d'arrêt de l'équipement ;
    - architecture : barrière de sécurité redondante + système de traitement avec redondance interne « *Fail Safe* » ;
  - ✓ barrière forte de maintien :
    - description : nécessitant le maintien en conditions opérationnelles ;
    - architecture : barrière de sécurité redondante + système de traitement avec redondance complète haute disponibilité ;
- sécurité fonctionnelles et Sécurité machine (FIS) : les barrières de sécurité demandées peuvent être de trois niveaux de sécurité (dépendant d'une classe de taux de fiabilité requis à atteindre), ou SIL pour *Safety Integrity Level,* suivant la norme IEC 61508 :
  - ✓ SIL 1 ou 2 :
    - description : amenant à une position d'arrêt de l'équipement ;
    - architecture : barrière de sécurité non redondante + système de traitement avec redondance interne « *Fail Safe* » ;

- ✓ SIL 3 :
  - description : amenant à une position d'arrêt de l'équipement ;
  - architecture : barrière de sécurité redondante + système de traitement avec redondance complète haute disponibilité.

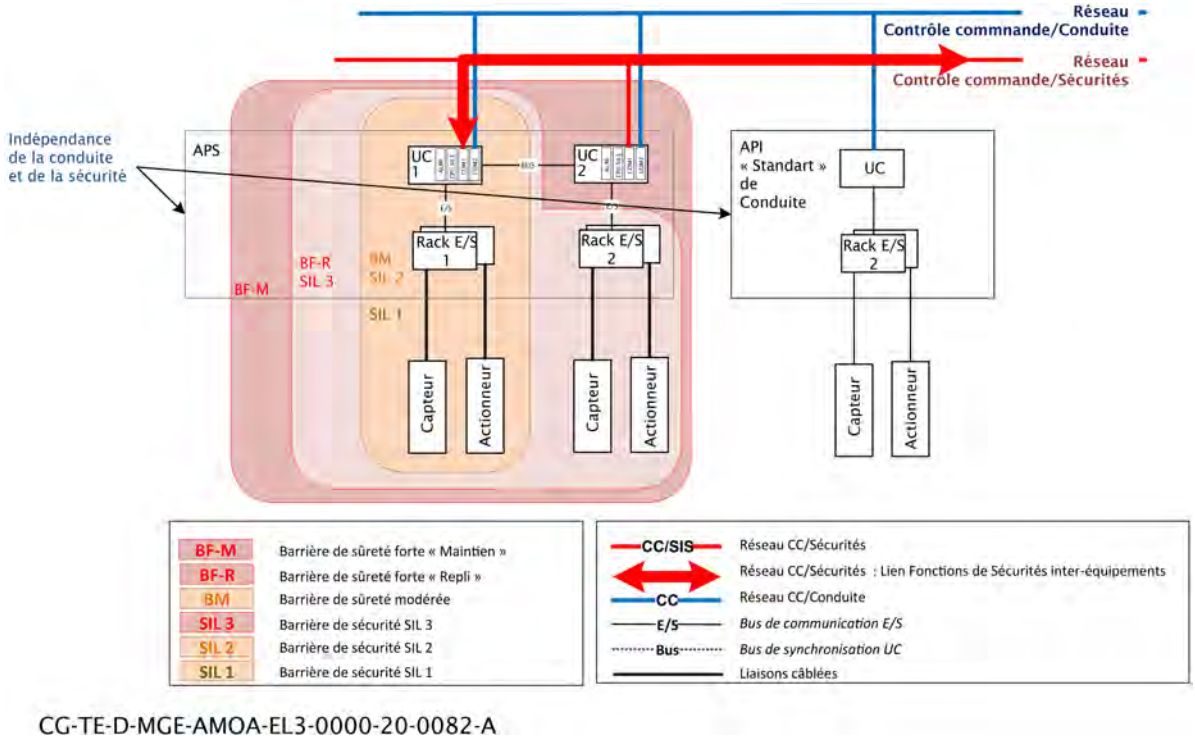


Figure 11-15 Schéma de principe de l'architecture Type du systeme de securite

11.2.15.3 La description des locaux et des postes de conduite

La conduite du contrôle commande de l'installation se fait à partir de la salle de conduite centralisée (SCC) et des différents postes de conduites locaux (PCL) répartis dans l'installation.

Pour superviser et piloter le contrôle commande de l'installation, la composition du système de supervision est la suivante :

- un système de conduite et de supervision globale comprenant :
  - ✓ des serveurs d'application de supervision en salles informatiques ;
  - ✓ des postes de conduite client en salle de conduite centralisée ;
  - ✓ des postes de conduite client en poste de conduite local ;
- des pupitres IHM locaux connectés directement à un API (Automate de conduite) en poste de conduite local, à usage limité (pour des situations particulières).

La conduite du contrôle commande est organisée en différentes zones distribuées sur les différents postes opérateurs. À titre illustratif, une répartition possible de ces zones pourrait être la suivante :

- une zone dédiée au déchargement des emballages de transport, allant du hall de déchargement des wagons jusqu'à l'entreposage tampon des colis primaires ;
- une zone dédiée au transfert des colis primaires, allant de l'entreposage tampon des colis primaires jusqu'à l'entreposage tampon principal des colis de stockage ;
- une zone dédiée à la confection des colis de stockage, allant de l'entreposage tampon principal des colis de stockage et passant par la zone de fermeture des colis de stockage (HA/MA-VL) ;

- une zone dédiée au transfert des colis de stockage allant de l'entreposage tampon principal des colis de stockage, passant par le transfert pour mise en hotte, le transfert hotte en descenderie, puis en zone de soutien logistique exploitation jusqu'au bout de la galerie de liaison ;
- une zone dédiée aux alvéoles de stockage MA-VL, allant de la galerie de liaison et passant par les galeries d'accès, sas de manutention, jusqu'à la mise en alvéole du colis de stockage.

Sur le plan physique, ces postes sont organisés en arcs fonctionnels. La salle de conduite intègre également un poste dédié à la gestion des alarme sécurité.

La conduite du contrôle commande réalisée à partir de la salle de conduite centralisée est réalisée à partir de postes de conduite opérateurs banalisés. La banalisation des postes de conduite opérateurs permet de passer d'un poste à l'autre en cas de défaillance de l'un des postes.

11.2.15.4 Les principes fonctionnels de la gestion des sécurités instrumentée

Les principes fonctionnels de gestion des sécurités instrumentée sont illustrés sur la figure 11-16 ci-après. La gestion des sécurités se fait à partir de la salle de conduite centralisée sur un poste dédié.

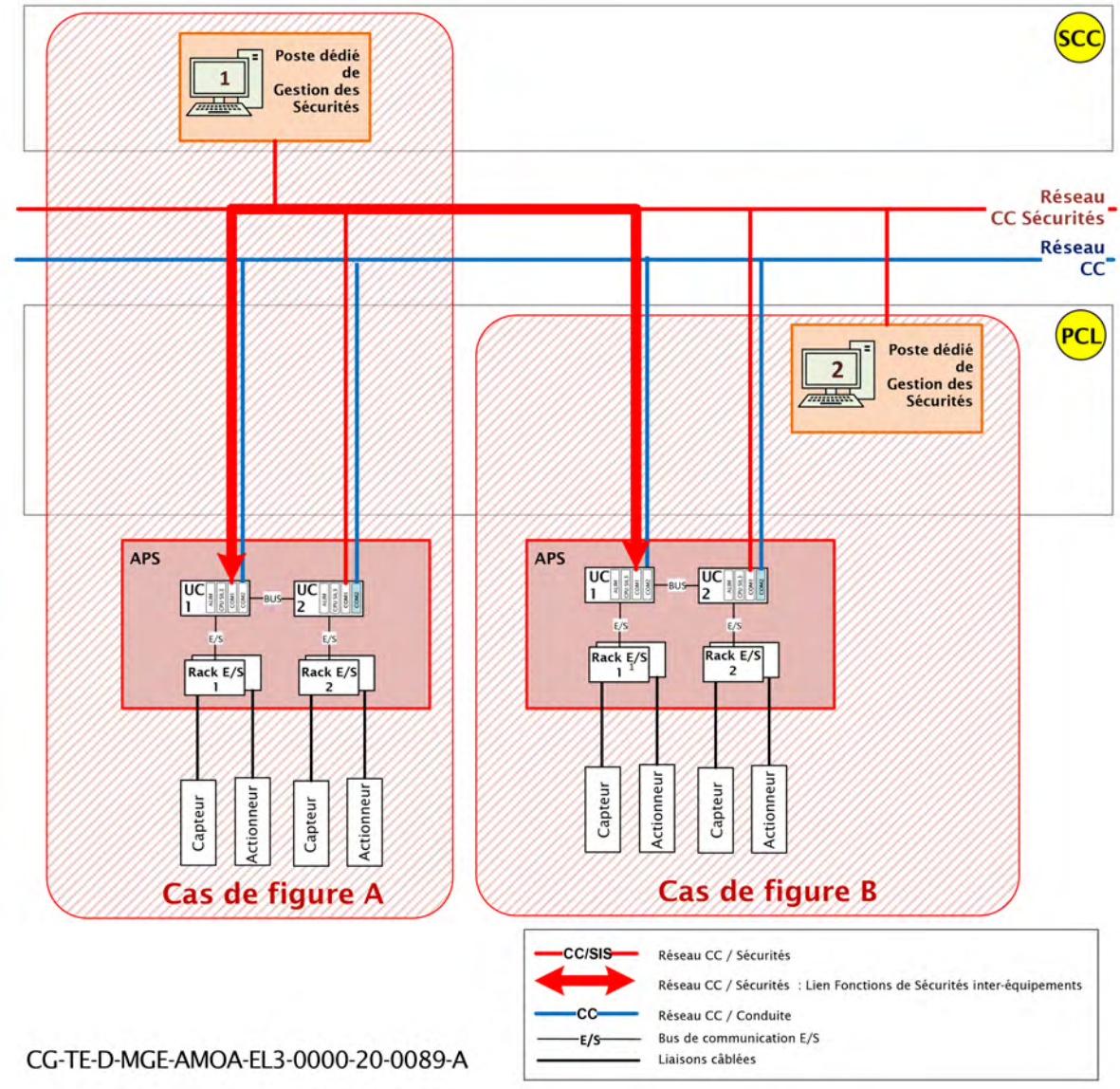


Figure 11-16 Schéma de principe de la gestion des sécurités instrumentées

Cette illustration présente ainsi les 2 cas de figure suivants pour la gestion des sécurités :

- cas de figure A : la gestion des sécurités est réalisée par un poste dédié depuis la salle de conduite centralisée ;
- cas de figure B : la gestion des sécurités est réalisée localement par un poste dédié depuis un poste de commande local.

Cet ensemble permet :

- la gestion des informations de sécurité ;
- la gestion directe des sécurité (réarmement, *by pass* maintenance, inhibitions) ;
- la gestion des arrêts d'urgence.

11.2.15.4.1 La gestion des informations de sécurité

Les informations de sécurité transitent par le réseau de communication de l'ensemble fonctionnel CC dédié à la conduite selon les modes de gestion suivantes :

- gestion du déclenchement des boucles de sécurité instrumentées : le déclenchement d'une boucle de sécurité instrumentée doit s'accompagner, au niveau du système de conduite, par le réalignement des actions en cours concernées :
  - ✓ réalignement des commandes actionneurs mis en sécurité ;
  - ✓ mise en repli des séquences concernées.

  Les informations de déclenchement des boucles de sécurité instrumentées sont envoyées par les APS (Automate de sécurité) concernés au système de conduite *via* le réseau CC ;
- gestion et enregistrement des alarmes et événements : toutes les informations d'alarmes et d'événements horodatés sont envoyées par les automates programmables de sécurité sur le réseau CC de conduite pour visualisation aux postes opérateur et enregistrement.

11.2.15.4.2 La gestion de sécurité

La gestion de sécurité est assurée par la réalisation des fonctions suivantes :

- réarmement des sécurités : lors du déclenchement d'une fonction de sécurité, les actions engendrées sont maintenues en position de sécurité tant que toutes les conditions d'initiation ne sont pas de retour en position « normale ». L'opérateur doit confirmer par une commande de réarmement, afin que les actionneurs concernés soient de nouveau pilotables ;
- pose et dépose des bypass de maintenance : elles consistent à mettre en/hors service chaque détection individuellement pour des raisons de maintenance ;
- pose et dépose des inhibitions : elles consistent à mettre en/hors service une fonction complète de sécurité afin de permettre le retour à l'état sûr d'un équipement en cas de mise en sécurité.

  Elle ne s'applique qu'aux fonctions complètement redondantes avec inhibition d'une seule branche possible.

11.2.15.4.3 La gestion et la localisation des arrêts d'urgence

Les arrêts d'urgence sont organisés par localisation géographique et par niveau fonctionnel.

Les arrêts d'urgence sont définis selon trois types différents :

- arrêt urgence zone : les arrêts d'urgence de zone de conduite sont pilotés depuis la salle de conduite centralisée (ou éventuellement depuis certains postes de conduite locaux). Ces arrêts d'urgence permettent l'arrêt immédiat de tous les équipements dans la zone concernée. Les zones concernées sont les suivantes :
  - ✓ 1er arc fonctionnel en salle de conduite centralisée :
    - zone 1 : déchargement des emballages de transport : zone allant du hall de déchargement des wagons jusqu'à l'entreposage tampon des colis primaires ;

- zone 2 : transfert des colis primaires : zone allant de l'entreposage tampon des colis primaires jusqu'à l'entreposage tampon principal des colis de stockage ;
- zone 3 : confection des colis de stockage : zone allant de l'entreposage tampon principal des colis de stockage, passant par la zone de fermeture des colis de stockage (HA/MA-VL).

✓ 2e arc fonctionnel en salle de conduite centralisée :

- zone 4 : transfert des colis de stockage : zone allant de l'entreposage tampon principal des colis de stockage, passant par le transfert pour mise en hotte, transfert de hotte en descenderie, puis en zone de soutien logistique exploitation jusqu'au bout de la galerie de liaison ;
- zone 5 : stockage alvéole MA-VL : zone allant de la galerie de liaison, passant par les galeries d'accès, cellule de manutention jusqu'à la mise en alvéole du colis de stockage ;

Nota : en cas de nécessité, ces arrêts urgences zone peuvent aussi être présents sur des postes de conduite localisés (par exemple, en zone de soutien logistique exploitation).

- arrêt urgence atelier : les arrêts d'urgence de niveau atelier sont pilotés depuis certains postes de conduite locaux. L'action de ces arrêts urgence atelier est délimitée au niveau de l'atelier. Ces arrêts urgence atelier permettent l'arrêt immédiat de tous les équipements dans l'atelier concerné ;
- arrêt urgence équipement : les arrêts d'urgence équipement sont situés soit au poste de conduite de l'équipement, soit au poste de conduite local, ceux-ci permettent l'arrêt immédiat de l'équipement concerné (*via* l'automate de sécurité de l'équipement ou câblé directement).

Le schéma suivant (Figure 11-17) présente l'organisation et l'architecture de principe des arrêts urgences.

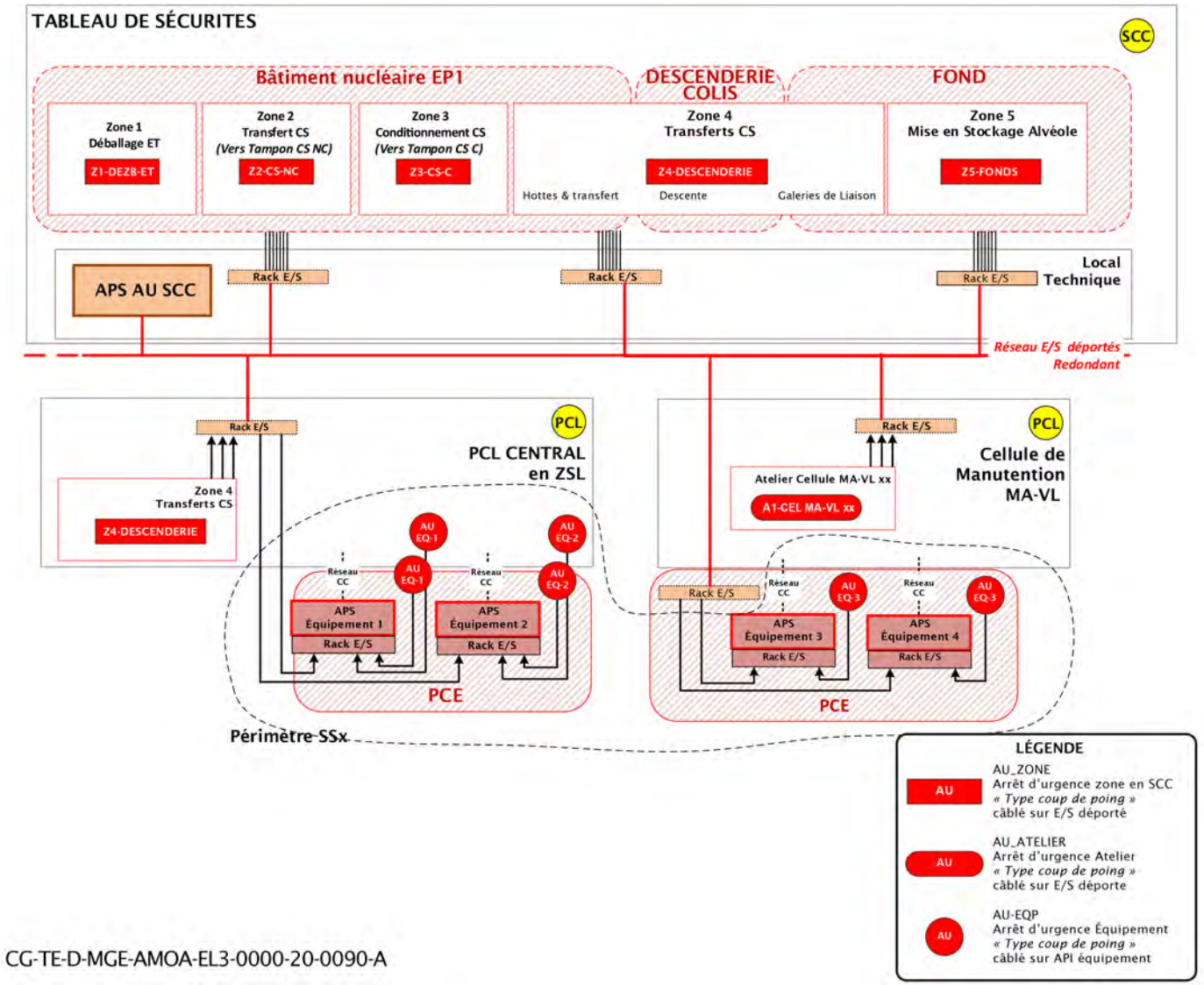


Figure 11-17 Schéma de principe d'architecture des arrêts d'urgence (AU)

11.3 La gestion de l'alimentation électrique

11.3.1 Les objectifs de la gestion de l'alimentation électrique

La gestion de l'alimentation électrique des réseaux d'exploitation dans l'INB se fait au travers de l'ensemble fonctionnel de gestion technique électrique (GTE) (cf. Chapitre 11.2 du présent volume) qui centralise les différentes données, collecte, aide à l'analyse de ces données et permet ensuite d'agir sur ces systèmes d'alimentation.

Le système de gestion de l'alimentation électrique est opérationnel pendant toute la phase de fonctionnement de l'INB sur une période d'ordre séculaire. Il est conçu pour assurer une performance industrielle continue et pour s'adapter au fur et à mesure du déploiement progressif incluant les processus de jouvence et de démantèlement.

11.3.2 Les principes de la distribution électrique

Les récepteurs sont classés suivant un critère de sûreté de fonctionnement (V, E, P et NP) :

- les récepteurs vitaux (V) sont alimentés sur onduleur qui sont alimentés, en marche normale, par le réseau RTE et, en marche secourue, par les groupes électrogènes de secours (GES) ;
- les récepteurs essentiels (E) sont alimentés, en marche normale, par le réseau RTE et, en marche secourue, sur GES en priorité ;
- les récepteurs prioritaires (P) sont alimentés, en marche normale, par le réseau RTE et, en marche secourue, sur GES ;
- les récepteurs non prioritaires (NP) sont alimentés, en marche normale, par le réseau RTE et ne sont pas secourus par les GES.

En fonctionnement normal, l'alimentation électrique 20 kV est assurée par une voie (A) et une voie (B) redondante. En cas de perte d'une voie, la seconde permet d'assurer l'alimentation de l'installation. Ces voies sont indépendantes du point de vue électrique.

Chaque voie est équipée de transformateurs 90 kV/20 kV d'une puissance de 36 MVA.

Une seule des travées est suffisante pour placer l'installation en état sûr et la maintenir dans cet état.

La ségrégation des départs exploitation, travaux et chantier est faite au niveau des tableaux HTA A et B des postes de transformation et de distribution 20 kV.

En cas de perte des jeux de barres 20 kV (coupure longue RTE, défaillance du poste 90/20 kV, etc.), le procédé de mise en stockage des colis est mis à l'arrêt. Une centrale de secours mutualisée (cf. Chapitre 8 du présent volume) implantée dans chacune des zones puits et descenderie assure la mise à l'état sûr et le maintien en sécurité des installations jusqu'au rétablissement de l'alimentation normale.

Pour les bâtiments sûreté/sécurité/environnement en zone descenderie et de lutte contre l'incendie et de secours aux victimes en zone puits, des groupes de secours dédiés alimentent les récepteurs V, E et P pour la mise en état sûr et le maintien opérationnel des installations ; ils sont, à ce titre, autonomes vis à vis de l'alimentation en marche secourue.

La distribution HTA/BT est composée de sous-stations redondées conçues sur le principe de l'indépendance électrique : une sous-station voie A et une sous-station voie B. Ces sous-stations sont alimentées par les postes de transformation et de distribution 90/20 kV du centre.

La distribution en courant fort, en aval des sous-stations électriques, est réalisée sous tensions 400 V et 690 V. Les sous-stations sont alimentées à partir d'une architecture en boucle HTA.

L'architecture en boucle répond :

- à une exigence de disponibilité pour le processus de mise en stockage des colis ;
- à un déploiement graduel dans le temps des installations ;
- à la possibilité de maintenir aisément des équipements et des réseaux électriques.

Les sous-stations qui alimentent le process de mise en stockage des colis sont alimentées en boucle à partir des postes de distribution normal/secours de la centrale de secours.

Les sous-stations du bâtiment sûreté/sécurité/environnement en zone descenderie et du bâtiment de lutte contre l'incendie et de secours aux victimes en zone puits sont alimentées à partir des deux sous-stations A et B depuis le poste de transformation et de distribution 90/20 kV.

Pour pallier les micros-coupures de tension et la reprise de la charge des groupes électrogènes de la centrale de secours, les récepteurs vitaux sont alimentés par des sources d'alimentation sans interruption (ASI).

Le principe de la distribution électrique HTA se décompose suivant les synoptiques suivants (Figure 11-18 et Figure 11-19).

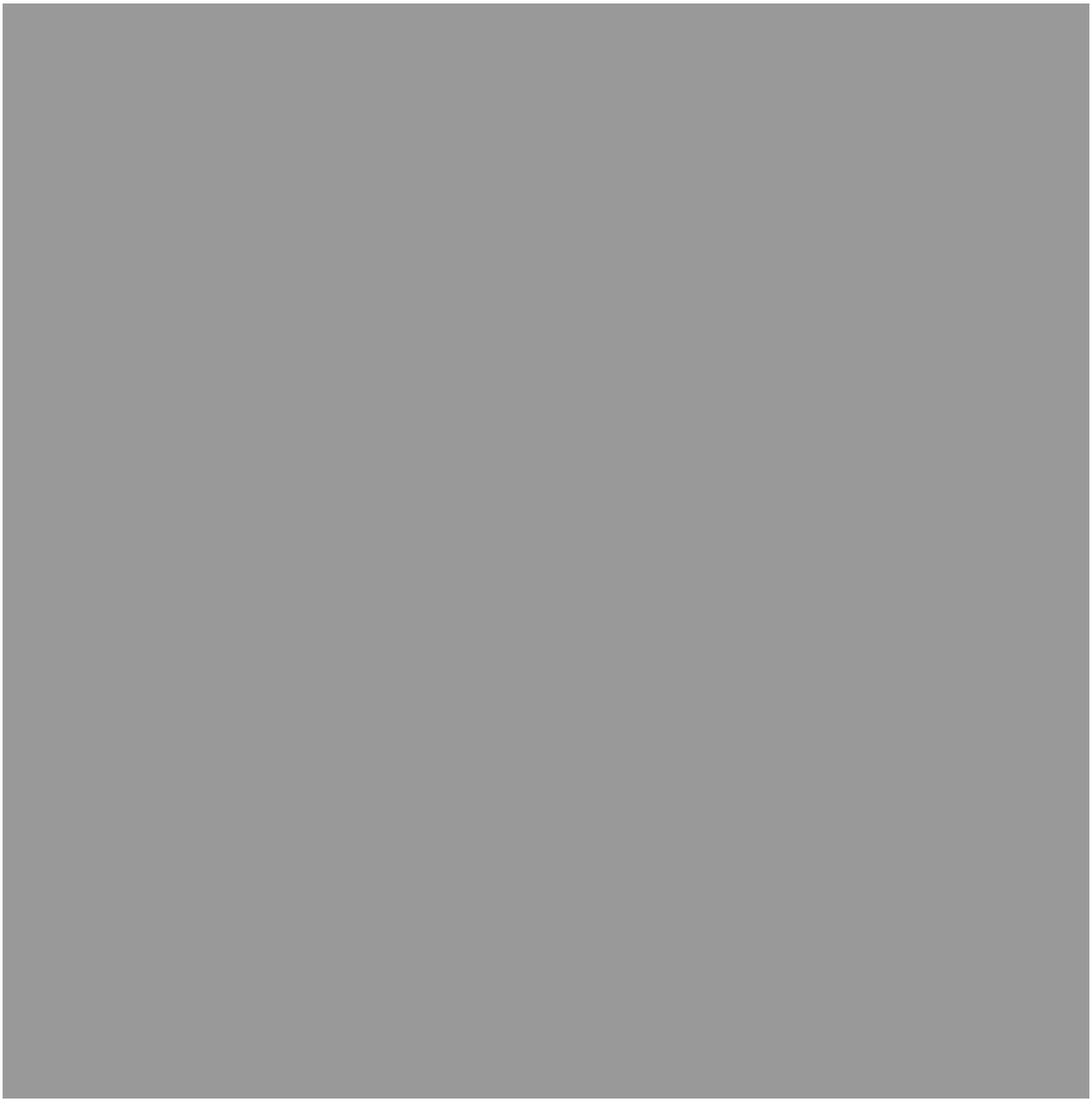


Figure 11-18 Schéma de principe de la distribution électrique de la zone descenderie

Figure 11-19 Schéma de principe de la distribution électrique de la boucle HTA

En fonctionnement normal, les sous-stations électriques sont alimentées à partir des deux sous-stations voie A et voie B.

En fonctionnement normal et en cas de perte d'une voie par exemple et basculement sur une autre, la reconfiguration des boucles permet le maintien de l'alimentation électrique des équipements vitaux, essentiels et prioritaires.

En mode incidentel ou accidentel (et en cas d'une défaillance totale du poste de transformation et de distribution 90/20 kV ou d'une coupure longue du fournisseur d'énergie RTE), les sous-stations électriques sont alimentées par les deux sous-stations voie A et voie B de la centrale de secours (groupes électrogènes en fonctionnement).

11.3.3 La distribution secourue

Le rôle de la distribution secours est de mettre en état sûr et de maintenir la sûreté et la sécurité des installations importantes du process de mise en stockage des colis HA et MA-VL.

La centrale de secours alimente tous les récepteurs secourus (V, E et P) lors d'une défaillance totale du poste de transformation et de distribution 90/20 kV ou d'une coupure longue du fournisseur d'énergie RTE. Son rôle, dans un premier temps, est de mettre en état sûr l'INB et, dans un deuxième temps, de maintenir opérationnels les équipements de sécurité et de sûreté.

La production d'électricité se compose d'un ensemble de groupes électrogènes de secours (GES) qui alimente en 20 kV les récepteurs prioritaires (P), essentiels (E) et vitaux (V) des zones à l'exception du bâtiment sûreté/sécurité/environnement en zone descenderie et du bâtiment de lutte contre l'incendie et de secours aux victimes en zone puits.

Ces bâtiments ne sont pas secourus pas les centrales de secours. Un moyen de production local (pilotage) assure la production d'électricité en cas de perte des deux alimentations principales 20 kV. Un groupe électrogène fixe (GEF) alimente les récepteurs prioritaires, essentiels et vitaux de ces bâtiments.

La distribution secours HTA et le réseau basse tension reste fonctionnelle post-séisme.

11.3.4 Les sources sans interruption

Le rôle des sources sans interruption (ASI) ou sources permanentes est d'alimenter en énergie stable les récepteurs tels que les systèmes supports des installations, ces appareils n'acceptant pas les coupures et microcoupures de réseau.

Leur autonomie est dimensionnée de façon à permettre :

- la mise à l'état sûr les installations en cas de perte d'énergie ;
- le maintien de l'état sûr jusqu'à la reprise en charge par la centrale de secours.

Ces sources permanentes sont équipées de dispositifs dialoguant en permanence avec le système de gestion électrique de conduite (GTE) et les pertes de réseau éventuelles.

Les ASI alimentent les récepteurs vitaux dont la charge demande une alimentation alternative stable et dépourvue de coupures et de microcoupures tels que :

- les actionneurs de commande et de mesures des organes de protections des tableaux généraux basse tension ;
- les baies et tableaux de tous les ensembles fonctionnels.

Les récepteurs vitaux sont alimentés par une alimentation redondée. Deux ASI sont actives simultanément et viennent en secours l'une de l'autre par l'intermédiaire d'un système de transfert de source automatique.

11.4 La ventilation nucléaire

Les principales fonctions de ventilation liées aux cinq fonctions de sûreté de l'installation (dites Fonction de Service de Sûreté) sont rappelées ci-après (conformément à la norme NF ISO 17873, 2006 (4)).

- Le confinement ;
- L'assainissement ;
- Le conditionnement de l'air ;
- L'épuration ;
- La surveillance.

La ventilation assure aussi une fonction de confort et participe à la protection incendie en assurant la gestion des fumées.

En cas d'incendie, le rôle de la ventilation est :

- d'éviter l'entretien de l'incendie ;
- d'éviter la propagation de l'incendie ;
- de limiter la dissémination de substances radioactives et les rejets incontrôlés ;
- de maîtriser les risques induits.

11.4.1 La ventilation des installations du process nucléaire de surface de la zone descenderie

11.4.1.1 La présentation de la ventilation des installations nucléaires de surface

La ventilation du bâtiment nucléaire de surface EP1 et de la tête de descenderie colis porte des fonctions en lien avec la sûreté, la sécurité, le maintien de la capacité opérationnelle de l'installation et le confort du personnel.

Le périmètre aéraulique est illustré sur la figure ci-dessous (Figure 11-20).

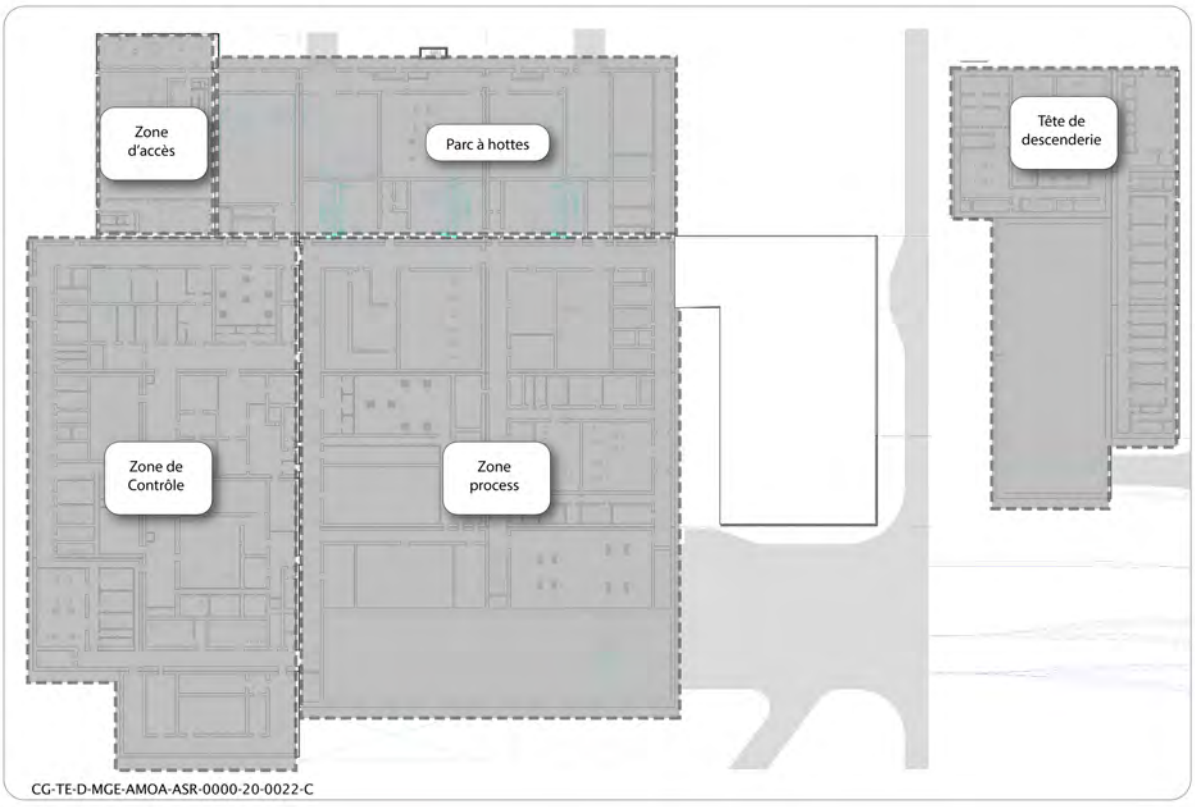


Figure 11-20 *Illustration du périmètre aéraulique des installations en surface (Bâtiment EP1 et tête de descenderie colis)*

L'ouvrage tête de descenderie (en particulier la gare haute) est dans le périmètre aéraulique du bâtiment nucléaire de surface EP1. Celui-ci contient aussi le sas et l'usine d'extraction d'une partie de la ventilation souterraine, présentés au chapitre suivant (cf. Chapitre 11.4.2 du présent volume).

Le principe de conception général de la ventilation est fondé sur :

- l'intégration de la répartition du périmètre aéraulique ci-dessus ;
- la distinction et la séparation des réseaux aérauliques d'extraction de classe de confinement différente ;
- le respect des prescriptions de la norme NF ISO 17873 de 2006 (15) ;
- la mise en place de certains équipements complémentaires (centrales de traitement de l'air, extracteurs, filtres, etc.) pour assurer la disponibilité requise de la fonction considérée.

Chaque ouvrage/zone de l'installation contient différents réseaux aérauliques en fonction de la classe de confinement des locaux desservis.

L'implantation des prises d'air et des bouches de rejet est faite au regard :

- des effets du vent et de la neige ;
- des contraintes architecturales ;
- des recommandations de la norme NF EN13779 de 2007 (29).

11.4.1.2 Les pressions des différentes classes de confinement dans les locaux des installations nucléaires de surface

Les pressions dans les différentes zones, les cascades de dépression, les valeurs de débit et de vitesse d'air sont dimensionnées dans le cadre d'un fonctionnement normal continu des installations. L'échelonnement des pressions permet de garantir le sens de circulation d'air. De ce fait, les facteurs de perturbation tels que le vent, la différence de température entre locaux, les ouvertures de sas n'amènent jamais à une inversion du sens aéraulique dans l'installation.

Dans le cadre d'une situation incidentelle/accidentelle (hors incendie), l'objectif de la conception de la ventilation est le respect des cascades de dépression et le maintien du sens de l'écoulement d'air.

Le tableau 11-1 fournit les gammes de dépression retenues dans les locaux en zone nucléaire avec les plages de fonctionnement minimal et maximal en fonction des classes de ventilation.

Tableau 11-1 Valeurs et plages de dépression en fonction de la classe de confinement

Classe de confinement	Gamme de dépression (Pa)
C1	<-50
C2	-70 < -90 < -110
C4**	-120 < -140 < -160

Les valeurs de surpression à maintenir pour la salle de conduite centralisée se situent entre +20 Pa et +80 Pa par rapport à la pression de référence[10].

[10] Cette pression est généralement la pression extérieure, dont la stabilité/justesse doit être renforcée vis-à-vis des fluctuations extérieures (vents forts, température).

11.4.1.3 Les architectures des différents réseaux de ventilation

11.4.1.3.1 L'architecture générale des réseaux NC et C1

La ventilation des locaux de EP1 se fait par un mélange air neuf/air recyclé (cf. Figure 11-21).

Chaque unité de soufflage comprend deux centrales de traitement de l'air (CTA) à débit équivalent à 50 % du débit total en fonctionnement normal. Chaque CTA est constituée d'une batterie de récupération des calories, de filtres, d'une batterie chaude et d'une batterie froide. Pour le confort du personnel, un atténuateur acoustique est positionné en aval de la CTA. La batterie froide et la batterie chaude ne fonctionnent pas en même temps. La récupération d'énergie est valorisée pendant la période hivernale.

Dans certains locaux qui nécessitent une température de conditionnement d'air, se trouve une batterie terminale chaude/froide réversible qui amène la température de soufflage de l'air dans le local à la valeur permettant de respecter la consigne prescrite.

La ventilation d'extraction permet d'extraire un débit d'air supérieur au débit d'air soufflé en fonction de la dépression à maintenir dans les locaux. La branche du réseau d'air repris est by-passée par un réseau de rejet en toiture. Le débit d'air rejeté correspond à la différence entre débit d'air repris et débit d'air soufflé.

En cas d'incendie, le by-pass est neutralisé pour éviter de réinjecter les fumées dans l'air neuf.

L'air des réseaux C1 est rejeté en façade. Les points de rejet C1 sont surveillés par un système de prélèvement en continu sur un filtre qui est mesuré en différé (fonction comptage des rejets).

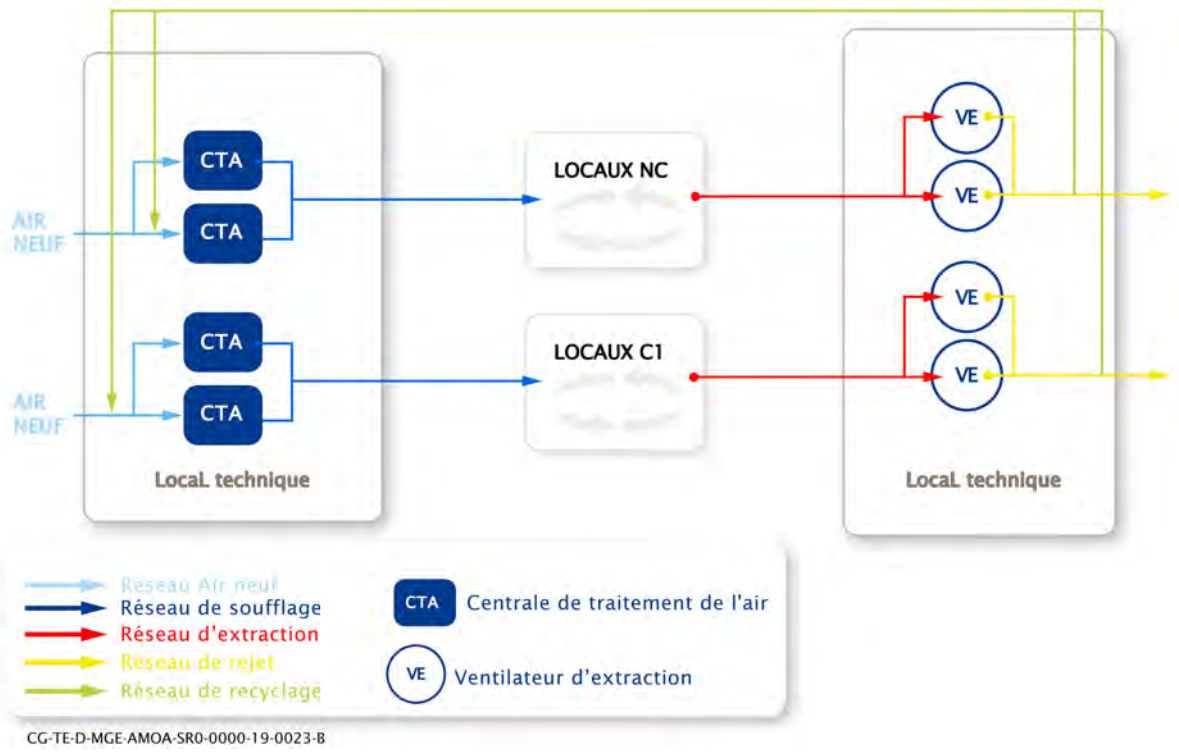


Figure 11-21 Schéma de principe de l'architecture générale des réseaux NC et C1

11.4.1.3.2 L'architecture générale des réseaux C2 et C4**

La ventilation de ces locaux est basée sur le principe du tout air neuf avec une batterie de récupération d'énergie en période hivernale (cf. Figure 11-22). Chaque unité de soufflage est mutualisée entre les locaux C2 et C4**. Elle est constituée par deux centrales de traitement de l'air à débit équivalent à 50 % du débit total en fonctionnement normal et une 3ème centrale de traitement de l'air complémentaire, de capacité équivalente aux deux premières. Il y a un premier étage de filtration THE avant le soufflage dans les locaux desservis. Pour les locaux C4** une filtration supplémentaire est présente avant soufflage dans ces locaux.

En plus de la batterie de récupération d'énergie, des batteries chaude et froide fonctionnent sur le même principe de production d'air soufflé à 20 °C en période hivernale comme en période estivale.

Le principe de la batterie terminale réversible est appliqué aux locaux dans lesquels une température de conditionnement d'air est prescrite.

L'air est ensuite extrait des locaux par l'intermédiaire de ventilateurs. Il y a deux ventilateurs à débit équivalent à 50 % du débit total en fonctionnement normal et un troisième ventilateur complémentaire de capacité équivalente aux deux premiers. L'air est filtré puis rejeté *via* l'émissaire. Au passage, il traverse une batterie terminale de récupération d'énergie. Les calories ainsi récupérées sont réinjectées dans le système *via* les batteries de récupération des CTA de soufflage.

La connexion entre la batterie de récupération à l'extraction et celle mise en place au soufflage est réalisée par une boucle hydraulique. De cette manière, il n'y a pas de risque de contamination de l'air soufflé.

L'émissaire de rejet du bâtiment nucléaire de surface EP1, sa hauteur et les édicules de soufflage sont décrits dans le chapitre 8 du présent volume.

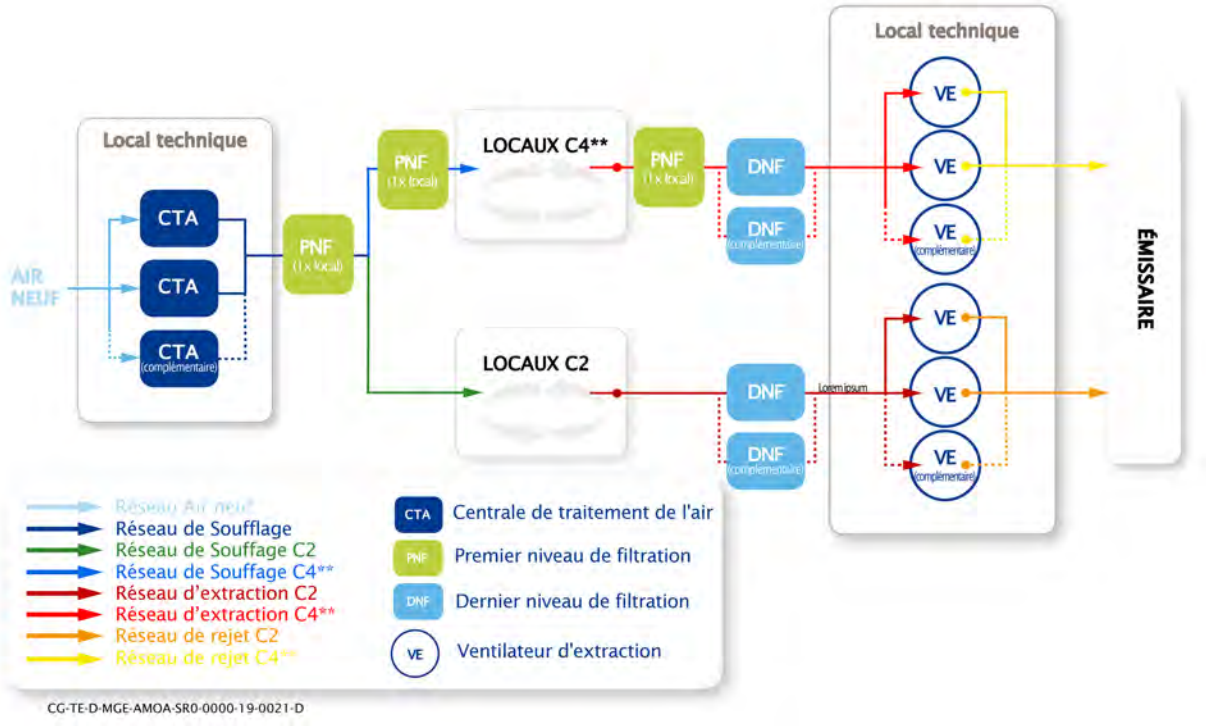


*Figure 11-22 Schéma de principe de l'architecture générale des réseaux C2 et C4***

11.4.1.4 Synthèse globale des classes de confinement et des types de ventilation de la zone descenderie

Les plans ci-dessous présentent la synthèse globale des classes de confinement et les types de ventilation des bâtiment et ouvrages nucléaires de surface.

11.4.1.4.1 Le cas du bâtiment nucléaire de surface EP1 et de la tête de descenderie colis

Les différentes figures ci-dessous (cf. Figure 11-23, figure 11-24 et figure 11-25) présentent les classes de ventilation des différents locaux du bâtiment nucléaire de surface l'EP1.

Figure 11-23 *Synthèse du classement de la ventilation des différents locaux du bâtiment nucléaire de surface EP1 et de la tête de descenderie colis Niv + 0 m*

Figure 11-24 *Synthèse du classement de la ventilation des différents locaux du bâtiment nucléaire de surface EP1 et de la tête de descenderie Colis Niv +6 m*

Figure 11-25 *Synthèse du classement de la ventilation des différents locaux du bâtiment nucléaire de surface EP1 et de la tête de descenderie colis d'EP1+12 m*

11.4.1.4.2 L'ouvrage tête de descenderie colis, associé au bâtiment nucléaire de surface EP1

Le principe de conception des réseaux aérauliques pour cet ouvrage est identique aux principes de conception des réseaux aérauliques (NC, C1 et C2) du bâtiment nucléaire de surface, y compris pour les locaux où est requise une température de conditionnement d'air.

Les différentes figures (cf. Figure 11-23, figure 11-24 et figure 11-25) présentent les classes de ventilation des différents locaux de la tête de descenderie.

11.4.1.4.3 Le bâtiment des contrôles hors flux

De la même façon que pour la tête de descenderie, les principes de la ventilation des éventuels locaux dédiés aux contrôles hors flux sont identiques à ceux du bâtiment principal que ce soit pour les locaux NC et C1 ou bien les locaux C2 et C4**. Les classes de ventilation des différents locaux du bâtiment des contrôles hors flux sont présentés sur les différentes figures suivantes : figure 11-23, figure 11-24 et figure 11-25.

11.4.2 La ventilation de l'installation souterraine

Selon le principe retenu de séparation physique entre les zones de travaux et d'exploitation nucléaire y compris les réseaux et utilités, les zones de travaux et d'exploitation disposent chacune d'une ventilation indépendante. Chaque ventilation est basée sur un système « soufflage-extraction ». Ce système permet :

- d'assurer un meilleur contrôle des cascades de dépression entre les différentes zones d'exploitation au fond, une meilleure répartition des flux d'air entre les différents quartiers de l'installation et une plus grande flexibilité pour le réglage et l'équilibrage des réseaux ;
- de répartir les pertes de charges vues entre les ventilateurs et ainsi de retenir des équipements (registre, clapet, etc.) de ventilation dans les gammes « standards » des fournisseurs ;
- d'assurer le traitement de l'air (H°, T) en entrée de puits ;
- de disposer d'une ventilation minimale en cas de perte d'une usine de ventilation.

Tous les ouvrages souterrains y compris les liaisons surface-/fond sont classés C1 Famille I. Les seules exceptions concernent les alvéoles de stockage MA-VL (y compris les locaux de filtration) qui sont classés C2 Famille IIA (Cf. Norme NF ISO 17 873 (2006) (15)).

Le débit de ventilation des alvéoles MA-VL varie 3600 m^3/h et 15000 m^3/h selon le critère le plus pénalisant pour assurer soit :

- l'évacuation des gaz de radiolyse ;
- le respect de la classe de confinement ;
- le respect des exigences thermiques des colis et/ou des équipements.

11.4.2.1 Le déploiement de la ventilation souterraine

Du fait du déploiement progressif de l'installation souterraine, l'architecture des réseaux de ventilation évolue en fonction de la phase de déploiement considérée.

L'image ci-dessous donne le séquençage par tranches du déploiement de l'installation souterraine du centre de stockage Cigéo :

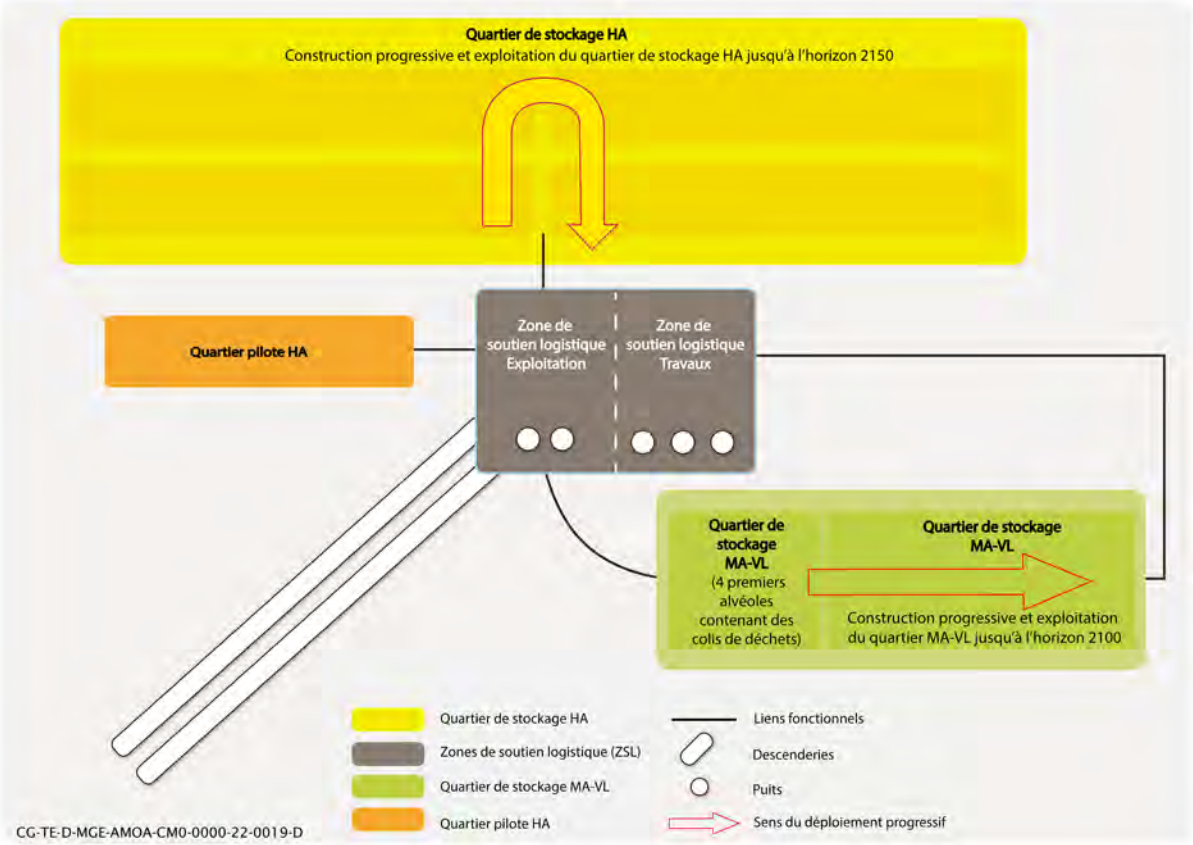


Figure 11-26 Schéma de principe du déploiement de l'installation souterraine

11.4.2.1.1 Le déploiement en surface

Les installations nécessaires à la ventilation souterraine en exploitation sont déployées en surface dès la première phase.

Il s'agit :

- De l'usine de ventilation du puits d'air frais exploitation ;
- De l'usine de ventilation du puits air vicié exploitation ;
- De l'usine de ventilation de la descenderie service ;
- De l'usine de ventilation de la descenderie colis.

Pour les usines de ventilation des descenderies service et colis, les débits étant constants tout au long du déploiement, seule la problématique de la jouvence et en lien, les évolutions technologiques ou réglementaires sur les matériels peuvent entrainer des modifications sur ces usines.

Pour les usines de ventilation des puits air frais et air vicié exploitation, les débits nécessaires évoluent en fonction du déploiement de l'architecture souterraine. Les usines sont conçues, au niveau infrastructure, pour pouvoir accueillir les équipements correspondants au débit le plus important (i.e période de fonctionnement simultané des quartiers de stockage HA et MA-VL).

Les équipements de ventilation seront adaptés au besoin de la phase de déploiement considérée et en fonction des rythmes de jouvence. Le but est de privilégier les points de fonctionnement optimal sur la phase de déploiement et aussi sur la durée de vie prévisible de l'équipement. Par exemple, les ventilateurs de soufflage et d'extraction seront choisis sur une durée de fonctionnement d'environ 15 à 20 ans pour optimiser leur fonctionnement et pour des raisons d'efficacité énergétique.

11.4.2.1.2 Le déploiement en souterrain

Le déploiement de la ventilation en souterrain suit le déploiement de l'architecture souterraine.

Ce chapitre décrit les modalités de déploiement et de fonctionnement de la ventilation lors de l'ouverture d'une nouvelle tranche dans le quartier de stockage MA-VL ou le quartier de stockage HA.

Le séquencement des travaux et des essais à réaliser sur une nouvelle tranche construite et équipée afin que celle-ci puisse être mise en exploitation est appelé « ouverture de tranche ». Les étapes pour l'ouverture d'une tranche ultérieure sur l'installation préexistante en première tranche, sont applicables également pour les ouvertures des tranches ultérieures pour les quartiers de stockage MA-VL ou HA.

Concernant le quartier de stockage MA-VL, le basculement de la ventilation associé à l'ouverture d'une nouvelle tranche implique des perturbation aéraulique le temps de la réalisation des réglages. Lors de cette phase, la ventilation des alvéoles MA-VL est coupée via une mise en confinement statique de ceux-ci. Cette phase d'arrêt de la ventilation est limitée dans le temps, afin de prévenir l'apparition de risques liés aux gaz inflammables produits par radiolyse dans les alvéoles. Le détail des opérations liées aux ouvertures de tranche sont détaillées au chapitre 5.1.2 du dossier de justification des systèmes de ventilation de l'installation souterraine (30).

11.4.2.2 Le système de soufflage de l'air de l'installation souterraine

La ventilation de l'installation souterraine en exploitation est de type tout air neuf. Le soufflage de l'installation souterraine permet d'assurer le conditionnement de l'air et son renouvellement dans les différents locaux et galeries.

Le traitement et le conditionnement de l'air neuf de l'installation souterraine en exploitation est réalisé en surface au sein de l'usine de soufflage de l'ouvrage située à proximité du puits d'air neuf, en zone puits.

Cette usine de soufflage comprend les principaux équipements de ventilation suivants (cf. Figure 11-27) :

- prises d'air neuf équipées de clapets anti souffle ;
- batteries thermiques ;
- centrales de traitement d'air (batteries thermiques, registres d'isolements) ;
- baffles acoustiques ;
- ventilateurs de soufflage.

Le nombre de ventilateurs de soufflage mis en place est fonction du déploiement graduel de l'installation souterraine. Quelle que soit la phase de déploiement (ou de fermeture), un ventilateur complémentaire est prévu par rapport au besoin strict de la phase considérée. En cas de perte de deux ventilateurs, le ventilateur complémentaire et, si nécessaire, une augmentation du facteur de charge des ventilateurs encore en fonctionnement permettent de maintenir le débit de ventilation nécessaire au fonctionnement de l'installation.

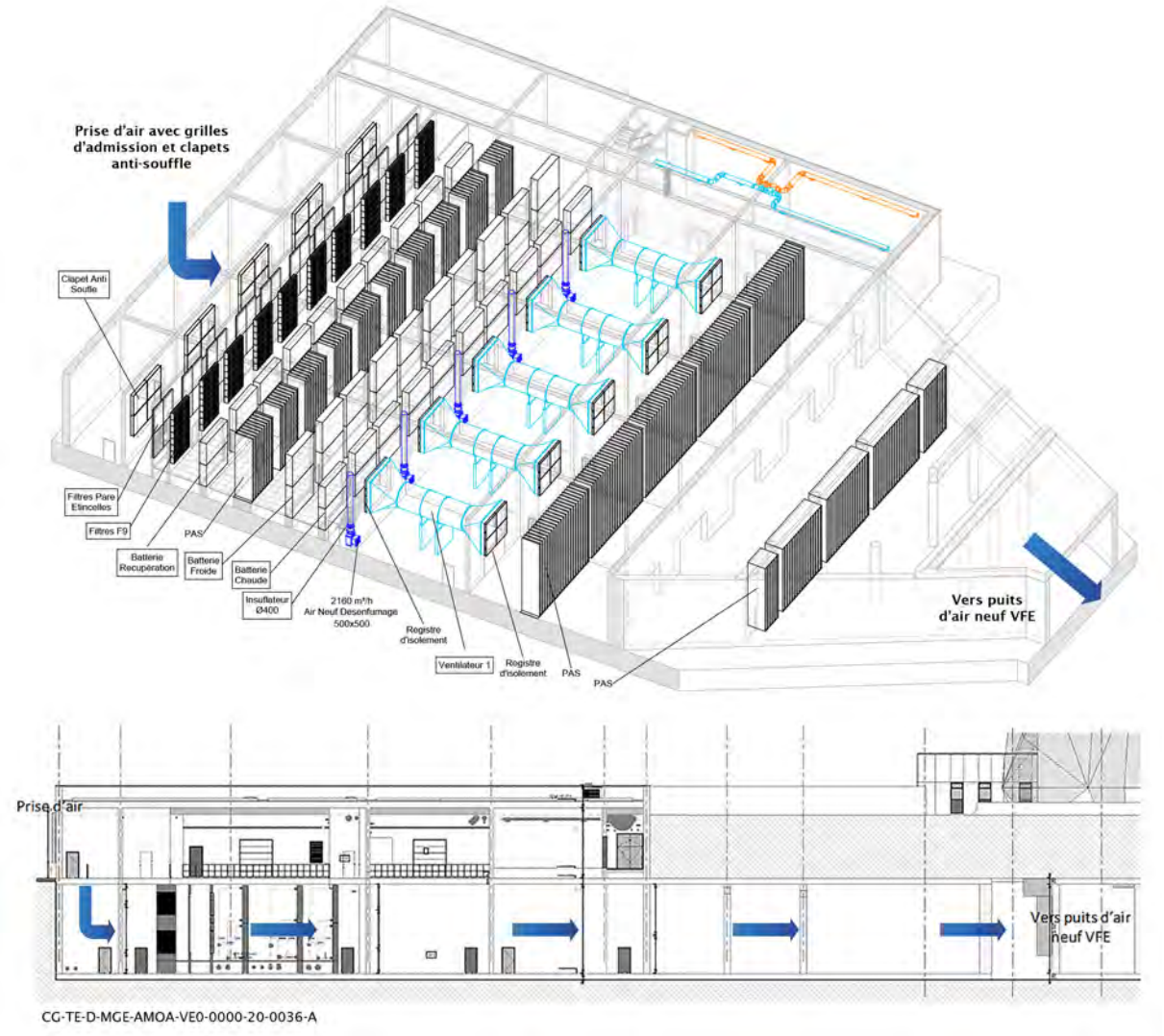


Figure 11-27 *Schéma de principe de l'usine de ventilation du puits air frais exploitation*

11.4.2.3 Le plénum de soufflage et antennes de distribution

Au pied du puits ventilation air frais exploitation (VFE), un plénum permet de répartir l'air neuf dans les différents quartiers. Le réseau de soufflage est divisé en 7 antennes (cf. Figure 11-28) depuis le plénum de soufflage vers :

- la descenderie de service, la galerie d'évacuation/secours HA et la descenderie intermédiaire ;
- les galeries de retour d'air du quartier de stockage MA-VL ;
- les cheminements protégés des galeries de retour d'air du quartier de stockage MA-VL ;
- les galeries de liaison du quartier de stockage MA-VL ;
- la zone de soutien logistique exploitation, la descenderie colis et la gare basse du funiculaire ;
- les galeries de liaison et d'accès au quartier pilote HA et au quartier de stockage HA.

Afin de permettre la répartition de l'air depuis le plénum vers les différentes antennes, chaque antenne est équipée de dispositifs de réglage de débit permettant de répartir le débit au sein des différentes antennes de l'installation.

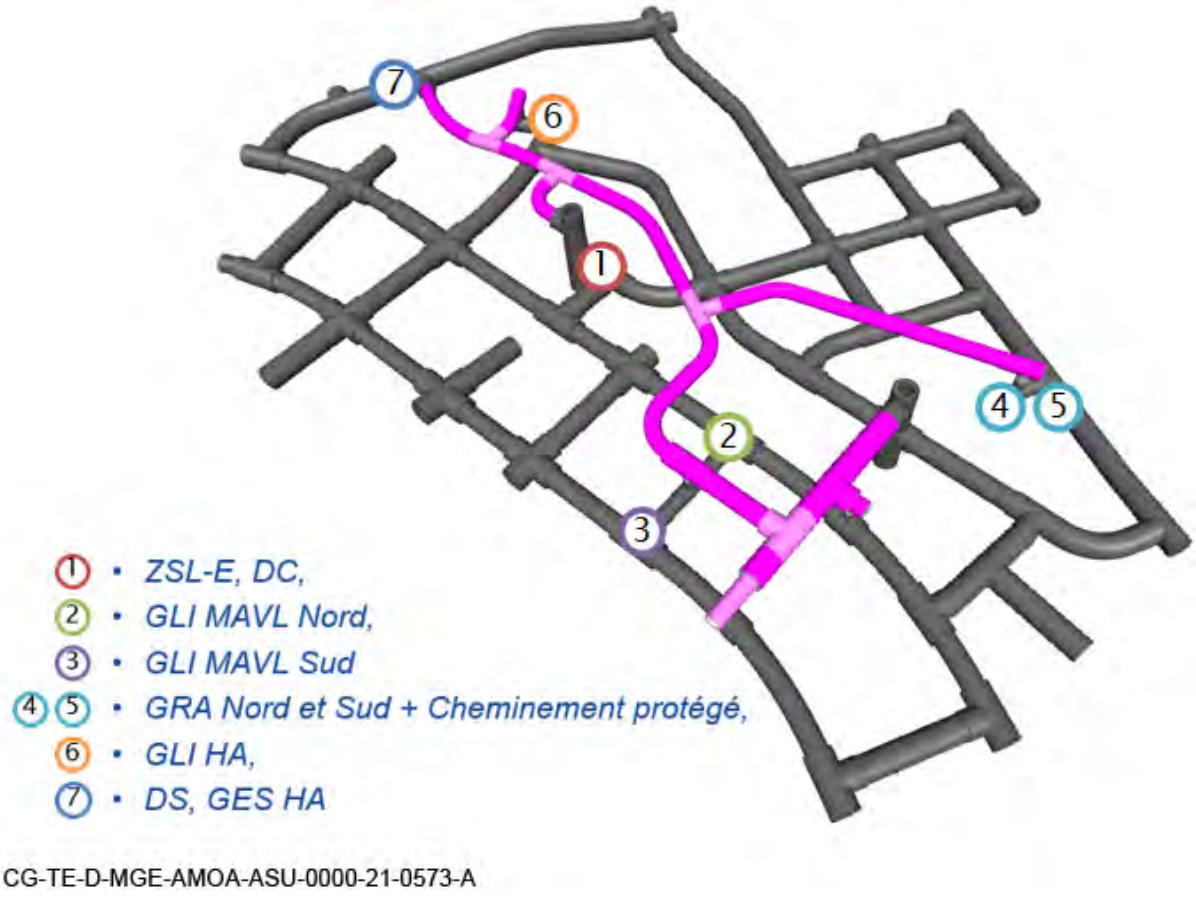


Figure 11-28 *Illustration du plénum de souffage (DC : descenderie colis, DS : descenderie de service, GRA : galerie de retour d'air du quartier de stockage MA-VL, GLI : galerie de liaison, GES : galerie d'évacuation/secours)*

11.4.2.4 La descenderie de service

La ventilation de la descenderie de service est réalisée en pleine section de manière ascendante (cf. Figure 11-29). L'air est acheminé en pied de descenderie depuis le plénum par l'intermédiaire d'une antenne de soufflage dédiée.

L'air est ensuite extrait en tête de descenderie à l'aide d'un extracteur dédié. (un extracteur en fonctionnement normal. Un extracteur complémentaire est également présent afin de pallier la perte de du premier (en cas de défaillance ou lors des opérations de maintenance et de jouvence) (cf. Figure 11-30).

La tête de descenderie de service est décrite au chapitre 8.1 du présent volume.

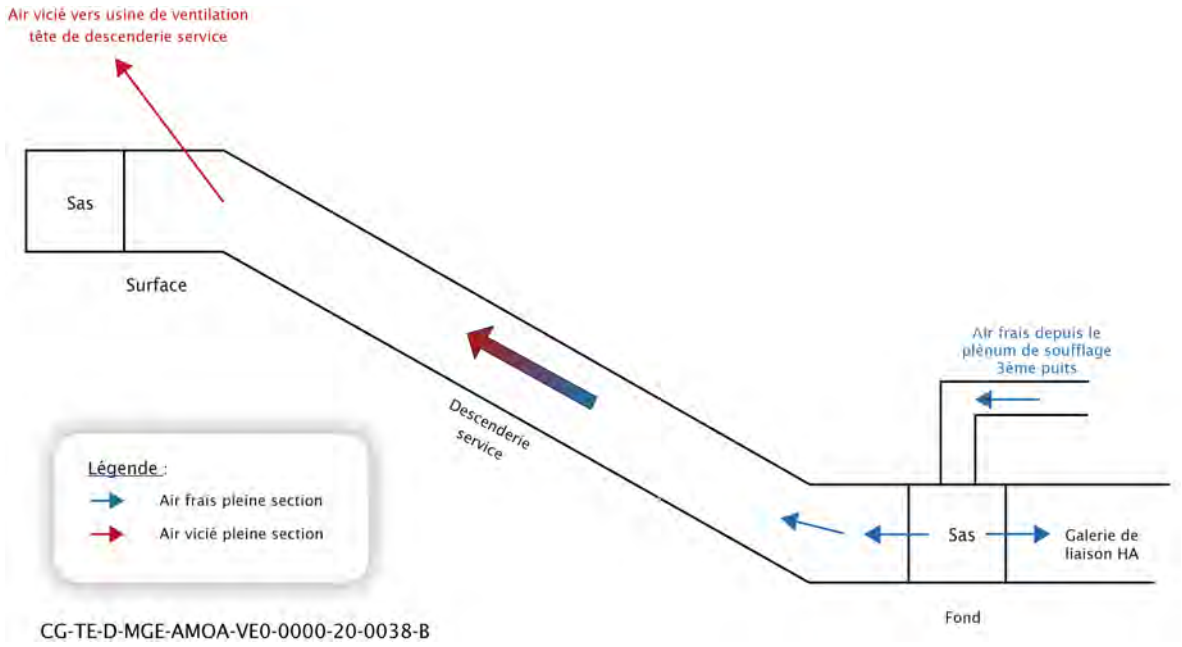


Figure 11-29 Schéma de principe de ventilation de la descenderie de service

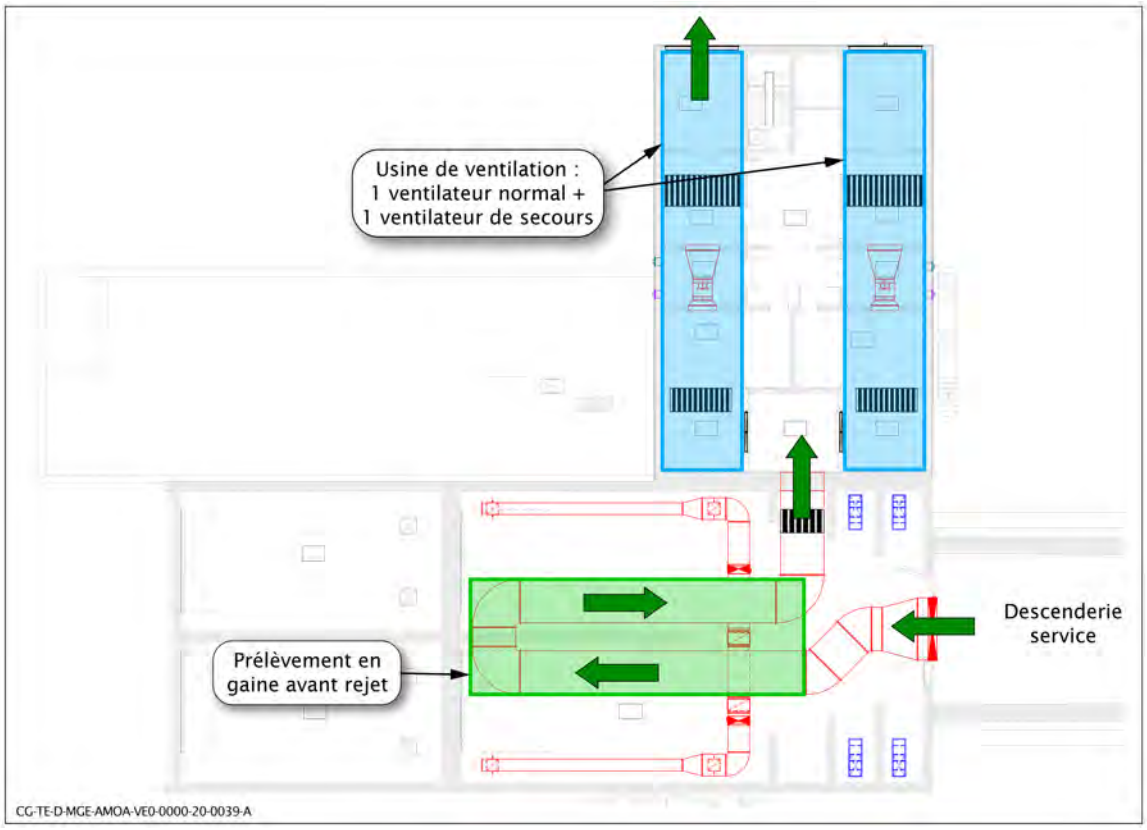


Figure 11-30 Illustration de l'usine de ventilation en tête de descenderie de service

La descenderie intermédiaire (cf. Figure 11-31) est ventilée depuis la descenderie de service par l'intermédiaire de recoupes techniques équipées de surpresseurs refoulant l'air au sein de la galerie de la descenderie intermédiaire. L'air est ensuite repris par les surpresseurs de la recoupe technique située entre descenderie intermédiaire et descenderie colis afin d'être rejeté au sein de la descenderie colis.

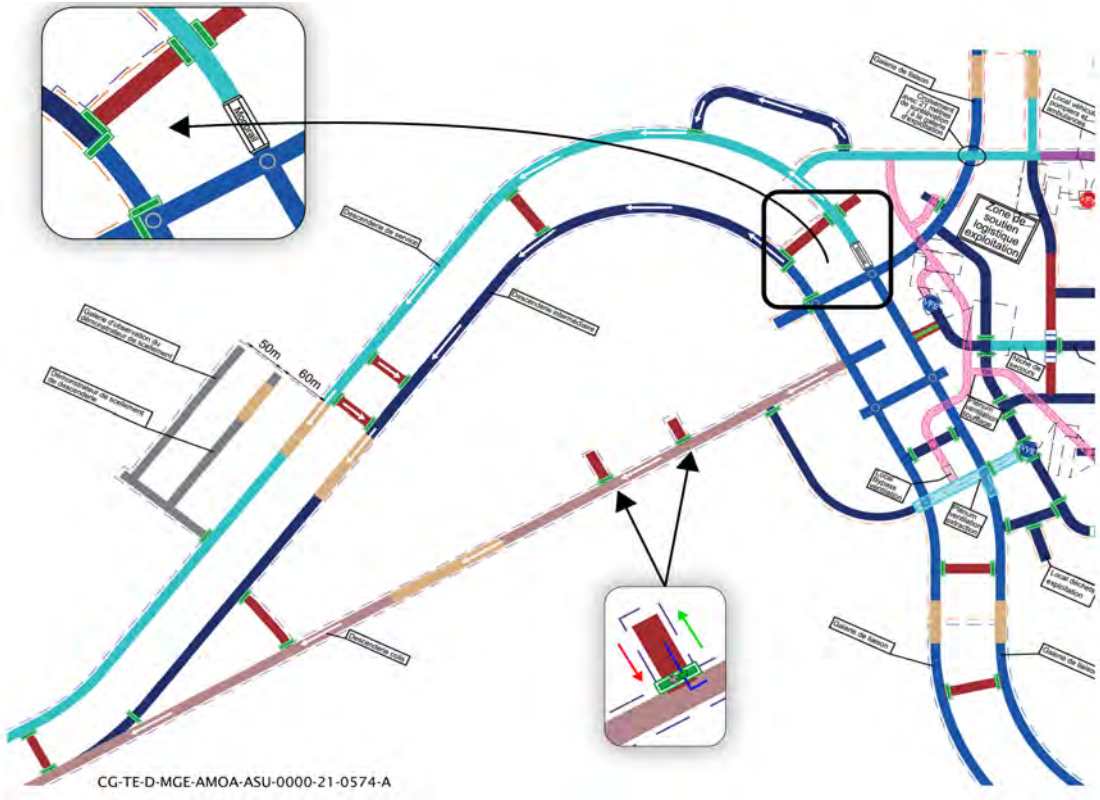


Figure 11-31 Schéma de principe de la ventilation de la descenderie intermédiaire

11.4.2.5 La descenderie colis

La ventilation de la descenderie colis est réalisée en pleine section de manière ascendante (cf. Figure 11-32). L'air est acheminé en pied de la descenderie colis par transfert depuis la zone de soutien logistique exploitation. L'air est ensuite extrait en tête de descenderie à l'aide d'un extracteur dédié (un extracteur en fonctionnement normal). Un extracteur complémentaire est également présent afin de pallier la perte du premier (en cas de défaillance ou lors des opérations de maintenance et de jouvence).

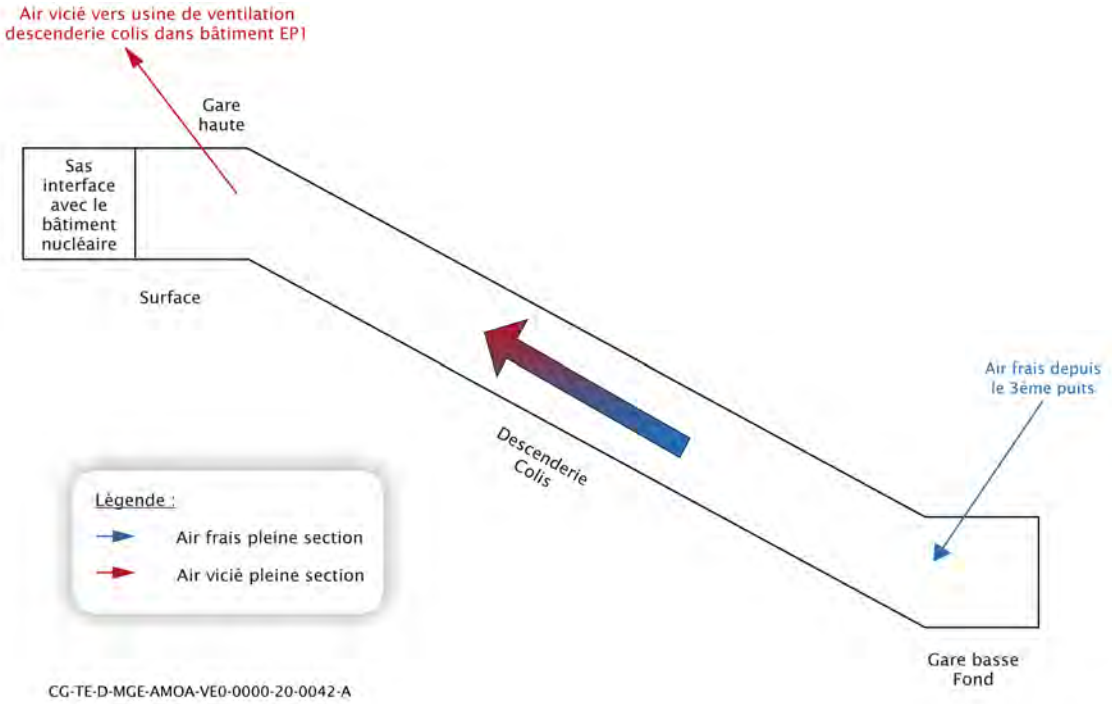


Figure 11-32 Schéma de principe de la ventilation de la descenderie colis

Au niveau de la gare haute de la descenderie colis, la pression au sein de la tête de descenderie colis est ajustée en fonctionnement normal de manière à maintenir une pression comprise entre -20 Pa et -80 Pa par rapport à la pression de référence, et ce, de manière à limiter les perturbations aérauliques sur les réseaux de ventilation.

11.4.2.6 La zone de soutien logistique exploitation

La ventilation des galeries de la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE) est réalisée en pleine section directement depuis le plénum desservi par le puits ventilation air frais exploitation (VFE).

Le réglage du débit d'air au sein de la zone de soutien logistique exploitation est effectué à l'aide d'un sas de ventilation situé en pied de puits ventilation air frais exploitation et équipé de portes disposant d'ouvrants avec volets de régulation d'air motorisés. L'air est ensuite extrait en extrémité des différentes branches de la zone de soutien logistique exploitation par l'intermédiaire de trappes puis véhiculé vers le puits d'air vicié exploitation (VVE) *via* les gaines d'extraction en voûte.

Les locaux de la zone de soutien logistique exploitation sont ventilés par transfert d'air au sein de la zone.

Le refuge de la base vie de la zone de soutien logistique exploitation dispose d'un système de ventilation autonome.

11.4.2.7 La galerie de transbordement

La ventilation de la galerie de transbordement (cf. Figure 11-33) est réalisée en pleine section à l'aide d'un groupe de surpresseur (un pour le fonctionnement normal et un en secours) situé du côté du pied de la descenderie de service. L'air est ensuite rejeté en aval en pleine section de la descenderie de service par l'intermédiaire d'une grille de transfert équipée d'un clapet coupe-feu.

Figure 11-33 *Schéma de principe de la ventilation de la galerie de transbordement*

11.4.2.8 Le quartier de stockage MA-VL

11.4.2.8.1 Les galeries de liaison du quartier de stockage MA-VL

La ventilation de chaque galerie de liaison du quartier de stockage MA-VL est réalisée en pleine section. L'air est acheminé au départ de chaque galerie de liaison depuis le plénum par l'intermédiaire d'une antenne de soufflage propre à chaque galerie. L'air arrivant en extrémité de chaque galerie est alors extrait en extrémité par l'intermédiaire des trappes en bout de galeries puis l'air est véhiculé vers le puits d'air vicié exploitation *via* les gaines d'extraction en voûte de ces galeries (cf. Figure 11-34).

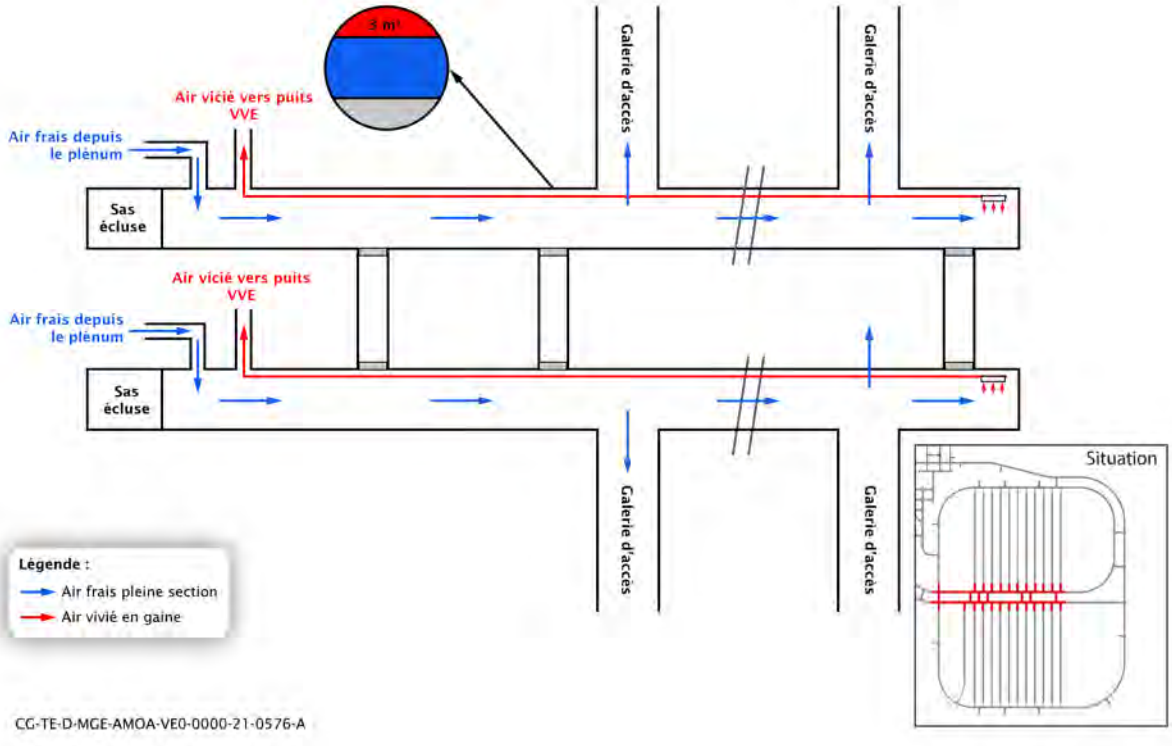


Figure 11-34 *Schéma de principe de la ventilation des galeries de liaison MA-VL*

11.4.2.8.2 La galerie d'accès et alvéoles du quartier de stockage MA-VL

Les galeries d'accès des alvéoles du quartier de stockage MA-VL sont ventilées en pleine section par transfert d'air depuis les galeries de liaison.

La zone d'accostage située en amont de la cellule de manutention est composée :

- d'un local CFO (ventilation naturelle) ;
- d'un local CFI (ventilation mécanique) ;
- d'un refuge (ventilation autonome) ;
- d'un sas d'accès en cellule de manutention.

La ventilation des cellules de manutention et des parties utiles des alvéoles MA-VL est réalisée par transfert depuis la galerie d'accès. L'air est ensuite acheminé par transfert vers l'alvéole depuis la cellule de manutention, grâce aux différences de pression entre ces deux espaces *via* les clapets coupe-feu et la vis biologique). L'air de l'alvéole est alors extrait et filtré par l'intermédiaire d'un étage de filtration THE muni en amont d'un dispositif de type pare-étincelles. Un étage de filtration complémentaire est installé en parallèle en cas d'indisponibilité ou en cas de maintenance/changement de filtres sur le premier étage. Une fois filtré, l'air des alvéoles MA-VL est véhiculé au sein d'un réseau d'extraction distinct en voûte de la galerie de retour d'air jusqu'au puits d'extraction d'air vicié.

La jonction de retour d'air (JRA) est ventilée par transfert depuis la galerie de retour d'air. L'air est ensuite repris par le réseau de retour d'air de l'alvéole.

Enfin, concernant la ventilation du sas d'accès du personnel en cellule de manutention, celui-ci est ventilé en continu par transfert depuis la galerie d'accès avec une reprise réalisée à l'aide d'un piquage sur la gaine d'amenée d'air de la cellule de manutention. Un système d'extraction est présent, pour permettre une ventilation continue lorsque la porte est fermée.

La figure 11-35 ci-après permet d'illustrer les principes de ventilation retenus.

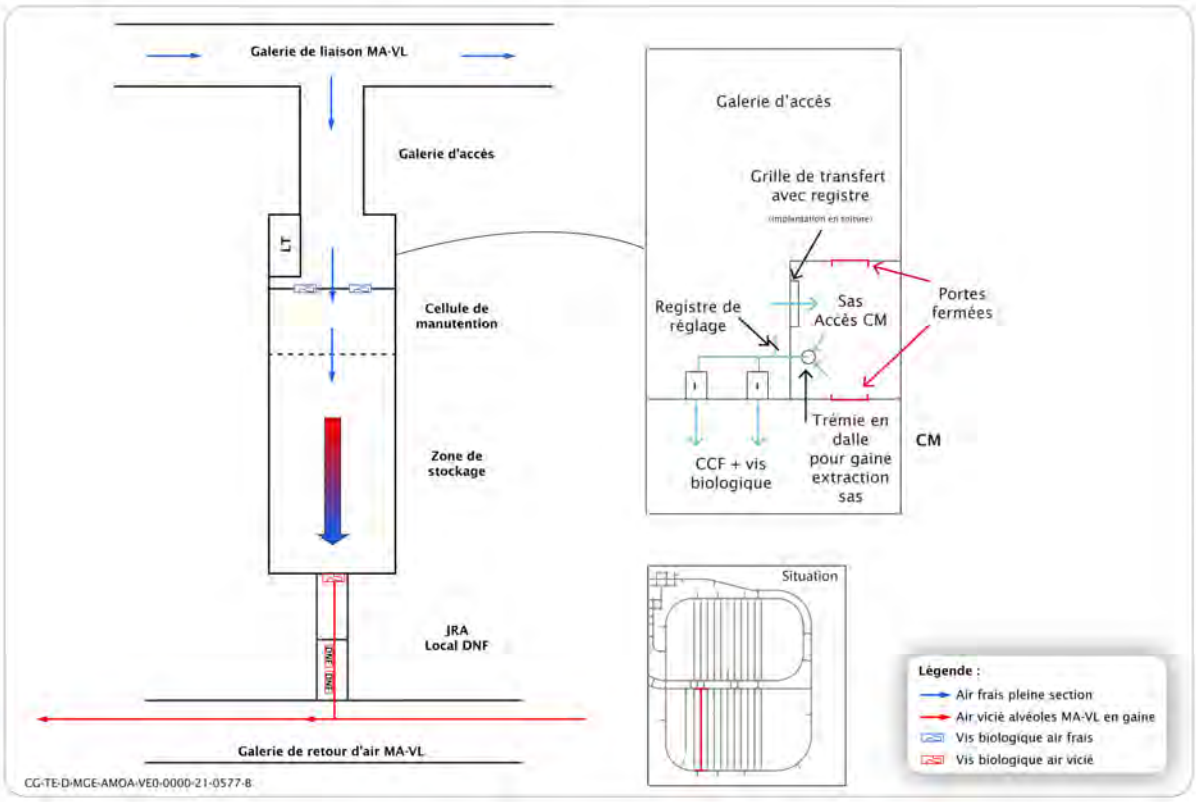


Figure 11-35 Schéma de principe de la ventilation des alvéoles de stockage MA-VL

11.4.2.8.3 La galerie de retour d'air du quartier de stockage MA-VL

La ventilation de chaque galerie de retour d'air du quartier de stockage MA-VL est réalisée en pleine section. L'air est acheminé au départ de la galerie de retour d'air commune par l'intermédiaire d'une antenne de soufflage dédiée et connectée au plénum (cf. Figure 11-36). L'air est ensuite acheminé en pleine section vers les deux galeries de retour d'air. Enfin, l'air est repris en extrémité de chaque galerie par l'intermédiaire de trappes puis véhiculé vers le puits d'air vicié *via* les gaines d'extraction en voûte.

La ventilation du cheminement protégé est réalisée à l'aide d'une antenne de distribution (prenant l'air depuis le plénum de soufflage) distribuant l'air de manière uniforme tout le long du linéaire associé au cheminement protégé. Des ventilateurs, installés au niveau de la zone de soutien logistique exploitation, assurent la mise en surpression du cheminement protégé. L'air est ensuite dirigé vers la galerie de retour d'air par l'intermédiaire de clapets de surpression répartis à intervalle régulier le long du linéaire. À noter également que la ventilation des recoupes borgnes, situées au niveau du cheminement protégé, est assurée par piquage sur la gaine de soufflage du cheminement protégé.

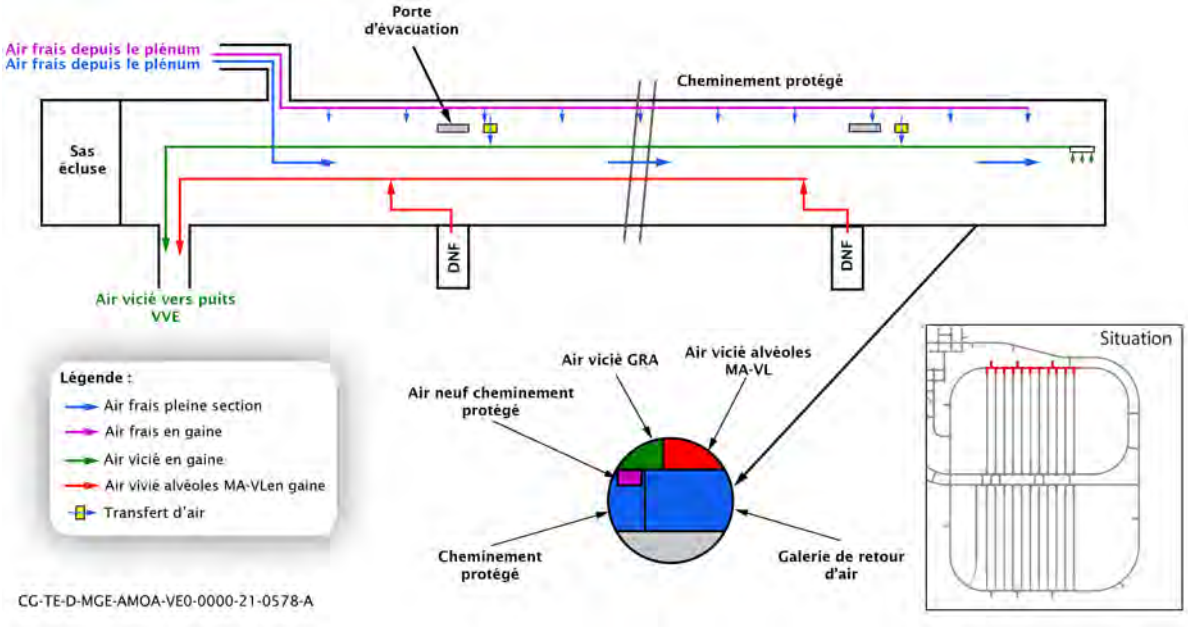


Figure 11-36 Schéma de principe de la ventilation de la galerie de retour d'air

11.4.2.9 Le quartier pilote HA

11.4.2.9.1 Les alvéoles HA

Les alvéoles HA ne sont pas ventilés.

11.4.2.9.2 La galerie d'accès du quartier pilote HA

La ventilation de la galerie d'accès du quartier pilote HA est réalisée par transfert d'air depuis la galerie de liaison (cf. Figure 11-37). L'air est extrait en extrémité de galerie par l'intermédiaire de trappes puis véhiculé vers le puits d'air vicié *via* la gaine d'extraction en voûte.

11.4.2.9.3 La galerie d'évacuation/secours du quartier pilote HA et recoupe technique

La ventilation de la galerie d'évacuation/secours du quartier pilote HA est réalisée en pleine section par transfert d'air depuis la galerie évacuation/secours. L'air est ensuite repris par les surpresseurs de la recoupe technique pour être rejeté en galerie d'accès afin d'être repris par le réseau d'extraction de cette galerie. En complément, la galerie évacuation/secours est équipée de trappes de désenfumage raccordées, à l'aide d'un réseau de gaine, au réseau d'extraction en voûte des galeries.

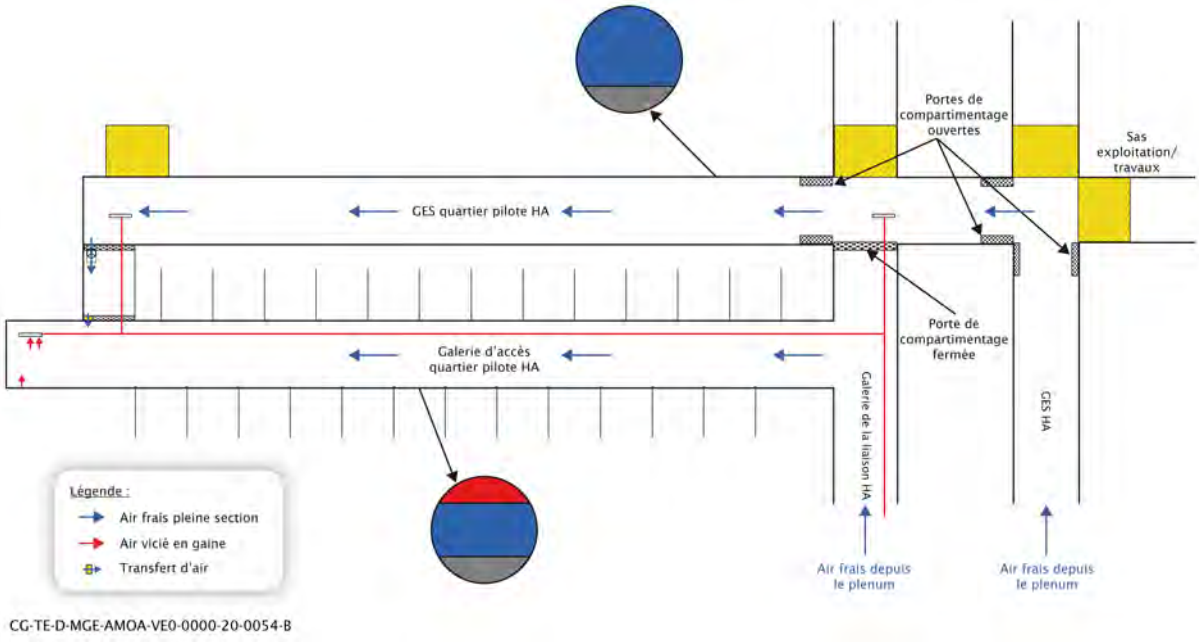


Figure 11-37 Schéma de principe de la ventilation du quartier pilote HA

11.4.2.10 Les recoupes techniques

11.4.2.10.1 Les recoupes techniques borgnes

La ventilation de chaque recoupe technique borgne est réalisée par transfert d'air depuis la galerie adjacente à l'aide d'un ventilateur (cf. Figure 11-38).

Les prises d'air de soufflage et d'extraction sont suffisamment déportées pour garantir un non-recyclage de l'air.

La ventilation des éventuels locaux techniques contenus à l'intérieur d'une recoupe est réalisée par l'intermédiaire d'armoires de traitement d'air distribuant l'air au sein des différents locaux à l'aide d'un collecteur de soufflage muni de piquages pour l'alimentation en air des différents locaux. Chaque armoire de traitement d'air est composée *a minima* d'un ventilateur et d'une batterie de réfrigération.

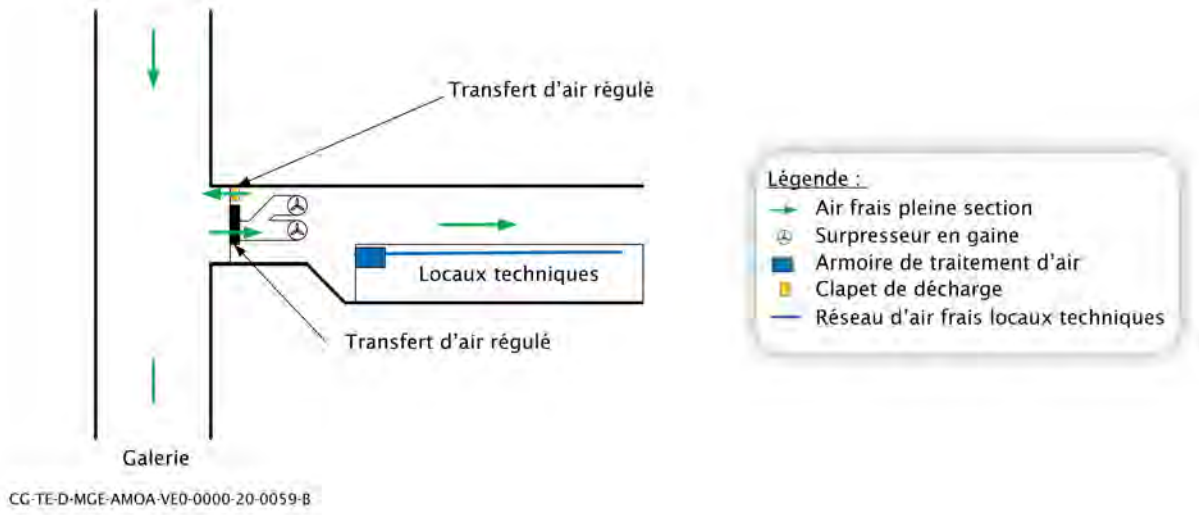


Figure 11-38 Schéma de principe de la ventilation des recoupes borgnes

11.4.2.10.2 Le cas particulier des recoupes techniques borgnes en galerie de retour d'air du quartier de stockage MA-VL

La ventilation des recoupes techniques borgnes en galerie de retour d'air du quartier de stockage MA-VL est réalisée par piquage sur le collecteur de soufflage du cheminement protégé (cf. Figure 11-39). L'antenne de soufflage de la recoupe est équipée d'un registre de réglage et d'un clapet coupe-feu. L'air de la recoupe est ensuite rejeté au sein de la galerie par l'intermédiaire d'une grille également munie d'un clapet coupe-feu.

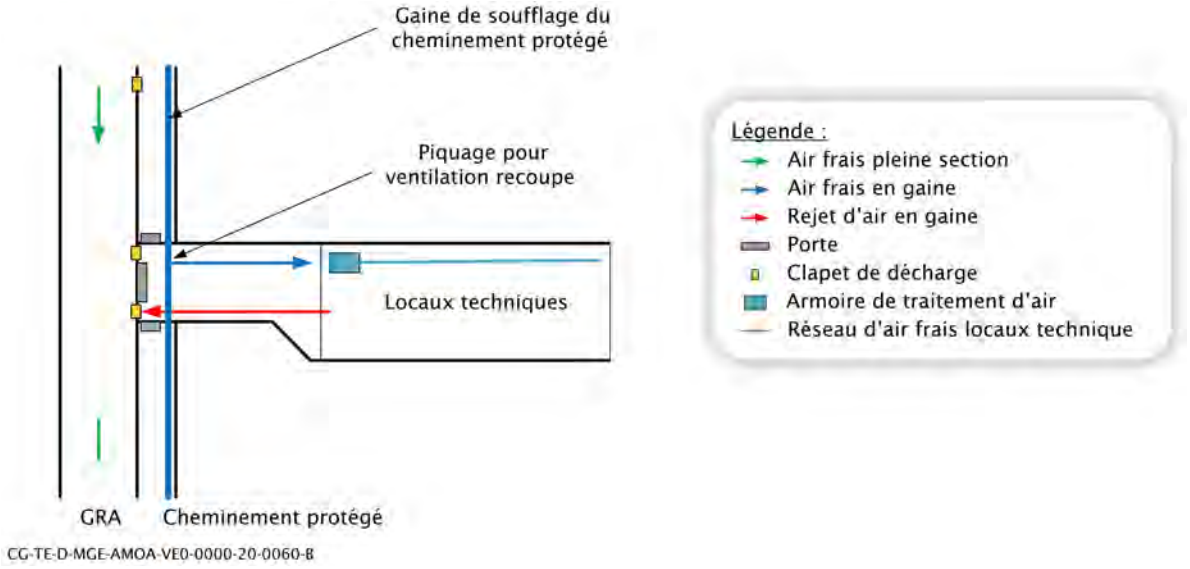


Figure 11-39 *Schéma de principe de la ventilation des recoupes borgnes en galerie de retour d'air (GRA)*

11.4.2.10.3 Les recoupes d'évacuation/secours

Il existe deux configurations type d'un point de vue de la ventilation pour les recoupes d'évacuation/secours :

- des recoupes avec ventilation bidirectionnelle dans le cas où la mise à l'abri des fumées doit pouvoir être réalisée par rapport aux deux galeries ;
- des recoupes avec ventilation monodirectionnelle dans le cas où la mise à l'abri des fumées est uniquement assurée par rapport à une galerie.

La ventilation des recoupes d'évacuation/secours est réalisée par apport d'air pulsé depuis la galerie adjacente à l'aide d'un surpresseur. Un surpresseur complémentaire de capacité identique est présent afin de pallier une défaillance du premier.

Ce ventilateur permet d'assurer, en fonctionnement normal, un renouvellement sanitaire de l'air contenu dans la recoupe et de garantir une mise à l'abri des fumées en situation d'incendie dans l'une des galeries adjacentes.

En ce qui concerne les locaux techniques situés au sein de ces recoupes, le renouvellement d'air et le conditionnement sont assurés à l'aide d'armoires de climatisation implantées directement dans les recoupes (cf. Figure 11-40).

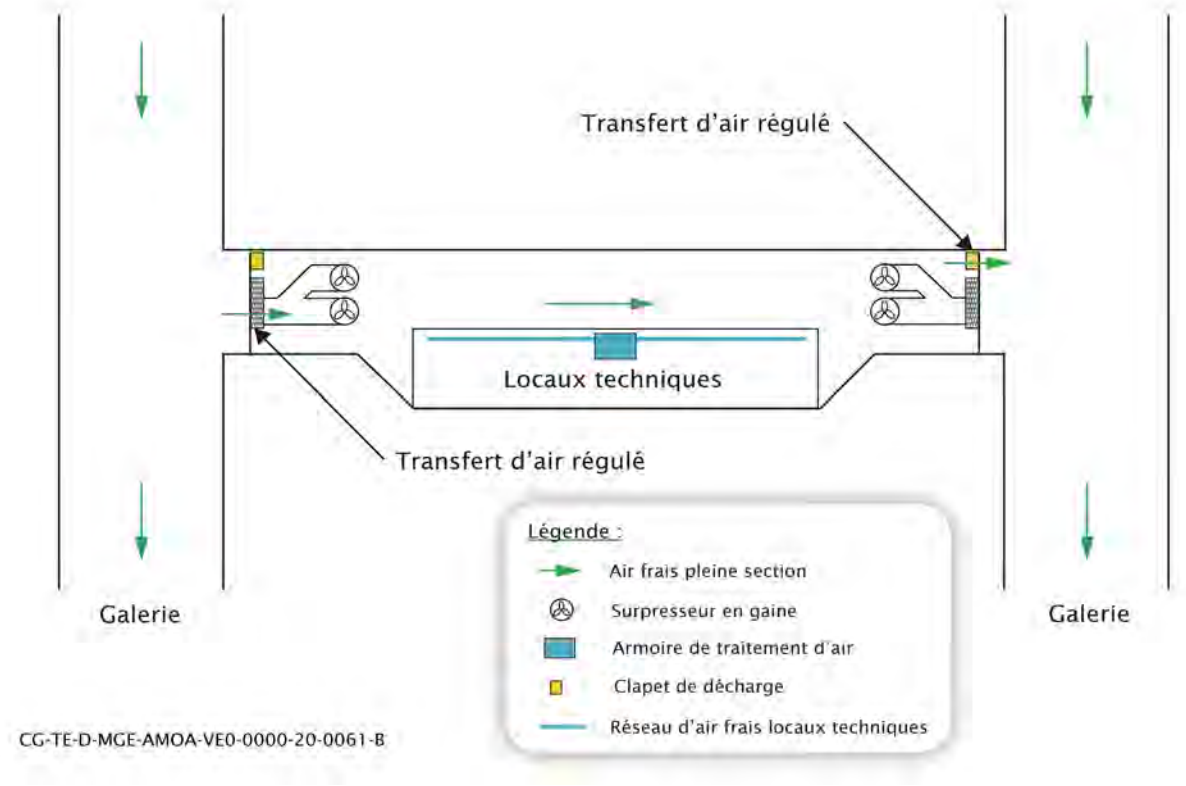


Figure 11-40 Schéma de principe de la ventilation des recoupes d'évacuation/secours traversantes

11.4.2.11 Les sas

Dans l'installation souterraine, divers types de sas sont mis en place : sas écluse, sas personnel et sas recoupe passage navette HA du quartier est à ouest. Ces sas n'ont pas de rôle vis-à-vis de la ventilation nucléaire.

En revanche, les sas jouant un rôle dans les interfaces entre les zones travaux et exploitation, ils bénéficient d'orientations spécifiques quant à leur ventilation. Ces points sont abordés dans le chapitre suivant.

11.4.2.12 Les interfaces exploitation/travaux

Les principaux objectifs attribués à ces sas sont :

- en situation normale, d'isoler la zone exploitation de la zone travaux afin de garantir notamment l'indépendance aéraulique entre les deux zones ;
- en situation accidentelle et de manière très exceptionnelle, d'assurer le passage du personnel de la zone travaux vers la zone exploitation et inversement (selon une procédure validée par l'exploitation de l'installation).

  Le principe de base reste l'indépendance de chaque zone (zone travaux, non traitée ici et la zone exploitation) ;
- en situation d'incendie dans une des deux zones :
  - ✓ de garantir l'absence de propagation d'un incendie d'une zone vers l'autre ;
  - ✓ d'assurer un refuge au personnel de la zone concernée jusqu'à son évacuation [redacted]

[11] La température ambiante dans les zones de refuge du personnel reste inférieure à 40 °C pendant 4h en cas d'incendie.

Les principales orientations de conception retenues pour la ventilation des sas sont :

- la mise en place d'une ventilation sanitaire à l'aide d'un surpresseur assurant un renouvellement d'air *a minima* 1 volume/heure avec clapet coupe-feu à l'admission de même degré coupe-feu que les parois. Les sas sont ventilés à l'aide de soupapes de décompression ou de grilles de transfert munies de clapets coupe-feu situés au niveau du voile de séparation refuge. La ventilation du sas est effectuée par décompression au travers de la porte de séparation sas/refuge ;
- une ventilation du refuge, en situation d'incendie, distincte de la ventilation sanitaire, assurée à l'aide de bouteilles contenant un mélange O_2/N_2. Cette ventilation permet d'assurer en cas d'incendie :
  - ✓ une chasse d'air (pendant la phase de mise à l'abri du personnel) au travers de la porte du refuge lorsque celle-ci est ouverte afin de se prémunir de l'entrée de fumée au sein du refuge ;
  - ✓ une surpression comprise entre +50 et +80 Pa en situation d'incendie avec une vitesse du passage d'air de 0,5 m/s pendant la durée de l'incendie ;
  - ✓ un apport en O_2 compatible avec la survie du personnel ;
- la mise en place d'un système de captation de CO_2 et CO à l'aide d'épurateurs (scrubbers) ou équivalent ;
- l'installation de portes étanches de type « sous-marin » ;
- la mise en place, en ultime secours, de chandelles à oxygène pour assurer un apport d'air frais et la surpression relative de la zone refuge.

Enfin, afin de garantir, en situation normale, l'absence de transfert d'air de la zone exploitation vers la zone travaux, le refuge de la zone travaux est mis en légère surpression par rapport au refuge de la zone exploitation à l'aide d'un surpresseur prenant l'air depuis la zone travaux.

Au sein de l'installation, il existe trois types de sas séparant la zone exploitation et la zone travaux :

- sas monodirectionnel ;
- sas bidirectionnel ;
- sas véhicule et personnel.

La figure 11-41, la figure 11-42 et la figure 11-43 présentent les trois types de sas.

Figure 11-41 Illustration des sas monodirectionnel exploitation/travaux

Les refuges personnels bidirectionnels disposent de deux refuges (un refuge dédié à la zone travaux et un refuge dédié à la zone exploitation) afin de permettre la mise à l'abri du personnel provenant de leur zone respective tout en garantissant le contrôle d'accès entre les deux zones. Chaque refuge est ventilé en situation normale depuis la zone à laquelle il est rattaché.

Figure 11-42 Illustration des sas exploitation/travaux bidirectionnel

Figure 11-43 Illustration des sas exploitation/travaux véhicule

Au niveau de ces interfaces des dispositions techniques sont prises pour permettre le basculement d'une tranche à une autre. La description de cette phase transitoire de passage d'une tranche à une autre est décrite dans le volume 9, relatif à la maîtrise des risques liés à la coactivité.

11.4.2.13 Les refuges et abris

Les refuges et abris ont pour principaux objectifs d'assurer une mise à l'abri du personnel en cas d'incendie jusqu'à l'intervention des équipes de secours.

Les principes de conception aérauliques sont dans l'ensemble similaires à ceux situés au niveau de l'interface zone exploitation/zone travaux à savoir :

- en situation d'incendie, une amenée d'air neuf et surpression réalisée à l'aide d'une adduction d'air autonome composée de bouteilles tampons d'air comprimé et de clapets de surpression au niveau des parois du refuge de manière à assurer une valeur de surpression comprise entre +50 et +80 Pa ;
- une ventilation sanitaire du refuge réalisée à l'aide d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC) : renouvellement d'air d'un volume/heure *a minima* en situation nominale ;
- la mise en place d'une porte étanche de type « sous-marin » ;
- la mise en place de cartouche filtrante permettant de régénérer l'air ambiant en circuit fermé en captant le CO_2 présent (système de type *scrubber*).

11.4.2.14 Le système d'extraction de l'air de l'installation souterraine

À l'exception des descenderies, l'air vicié de l'installation souterraine converge *via* le plénum d'extraction vers le puits ventilation air vicié exploitation (VVE) afin d'être rejeté en surface *via* l'usine d'extraction (cf. Figure 11-44). L'air vicié est acheminé vers le puits ventilation air vicié exploitation (VVE) à l'aide de réseaux d'extraction en génie civil implantés en voûte des galeries (cf. Chapitre 9 du présent volume).

L'usine d'extraction en surface comprend les extracteurs d'air de l'installation souterraine hors descenderies. Le nombre d'extracteurs mis en place est fonction du déploiement graduel de l'installation souterraine. Un ventilateur complémentaire est disponible en cas de perte d'un ventilateur ou d'une

opération de maintenance. En cas de perte de deux ventilateurs, ce ventilateur complémentaire et, si nécessaire, une augmentation du facteur de charge des ventilateurs encore en fonctionnement permettent de maintenir le débit de ventilation nécessaire au fonctionnement de l'installation.

Enfin, l'air vicié est rejeté au niveau de l'émissaire du puits ventilation air vicié exploitation VVE. Cet émissaire est composé d'un tube comprenant quatre mono-conduits (le nombre de conduit en fonctionnement étant fonction de la phase de déploiement de l'installation). Chaque-mono conduit est instrumenté par une sonde de débit, une sonde de température et par des cannes de prélèvement pour les mesures de gaz et d'aérosols (cf. Chapitre 12.2 du présent volume).

Les principales fonctions assurées par la ventilation d'extraction sont en fonctionnement normal le confinement dynamique et l'évacuation des gaz inflammables produits par radiolyse dans les alvéoles MA-VL, la surveillance radiologique des rejets et la gestion des fumées en cas d'incendie en situation incidentelle/accidentelle. Il est rappelé que l'émergence du puits ventilation air vicié exploitation est dimensionné aux différentes agressions externes (cf. chapitre 8.3).

En fonctionnement normal, l'extraction de l'air vicié nécessite un apport d'air frais assuré par l'usine de ventilation air frais exploitation.

En situation accidentelle telle qu'une chute d'aéronef sur les émergences du puits de ventilation air frais exploitation, cet apport d'air frais par l'usine de ventilation air frais exploitation peut être rendue indisponible. Dans ces conditions, l'installation souterraine est mise à l'état sûr.

Cette mise à l'état sûr consiste à mettre à l'arrêt immédiatement le process, à évacuer le personnel de maintenance et d'exploitation en fond et en surface, à mettre en confinement statique notamment les alvéoles du quartier de stockage MA-VL.

Le maintien à l'état sûr de l'installation souterraine est acquis via la poursuite du fonctionnement de la ventilation des installations souterraines en extraction et le maintien du cheminement aéraulique (y compris en air frais) afin d'assurer en particulier l'évacuation des gaz inflammables produits par radiolyse et le confinement dynamique dans les alvéoles MA-VL. La poursuite de la ventilation permet également le maintien de la surveillance radiologique des rejets.

Pour ce maintien à l'état sûr, deux cas sont considérés :

- la perte de l'usine de soufflage : en cas de ruine de l'usine de soufflage, une prise d'air secondaire est prévue au niveau du chevalement du puit air frais exploitation. Cette prise d'air secondaire permet de maintenir le flux aéraulique et la ventilation des alvéoles MA-VL ;
- la perte du chevalement air frais exploitation et obturation du puit air frais exploitation : pour maintenir l'amenée d'air frais en fond. Dans ces conditions l'air frais est apporté par la descenderie service par l'ouverture des portes des sas camion. Cette opération conduit à une inversion du sens de l'air au niveau de la descenderie service et en plusieurs point du circuit de soufflage de la ZSL-exploitation. Aucune de ces inversions ne remet en cause les cascades de dépression entre les locaux de classe de confinement différente. Ainsi les cascades de dépression dans les alvéoles et les locaux de filtration sont maintenus, à savoir :
  - ✓ vis-à-vis du local filtration MA-VL : -60 Pa à -100 Pa par rapport à la galerie de retour d'air ;
  - ✓ vis-à-vis de la cellule de manutention et partie utile de l'alvéole MA-VL : -60 Pa par rapport à la galerie d'accès.

  Cette configuration spécifique permet de garantir les débits d'air en alvéole MA-VL requis pour assurer notamment l'évacuation des gaz inflammables produits par radiolyse.

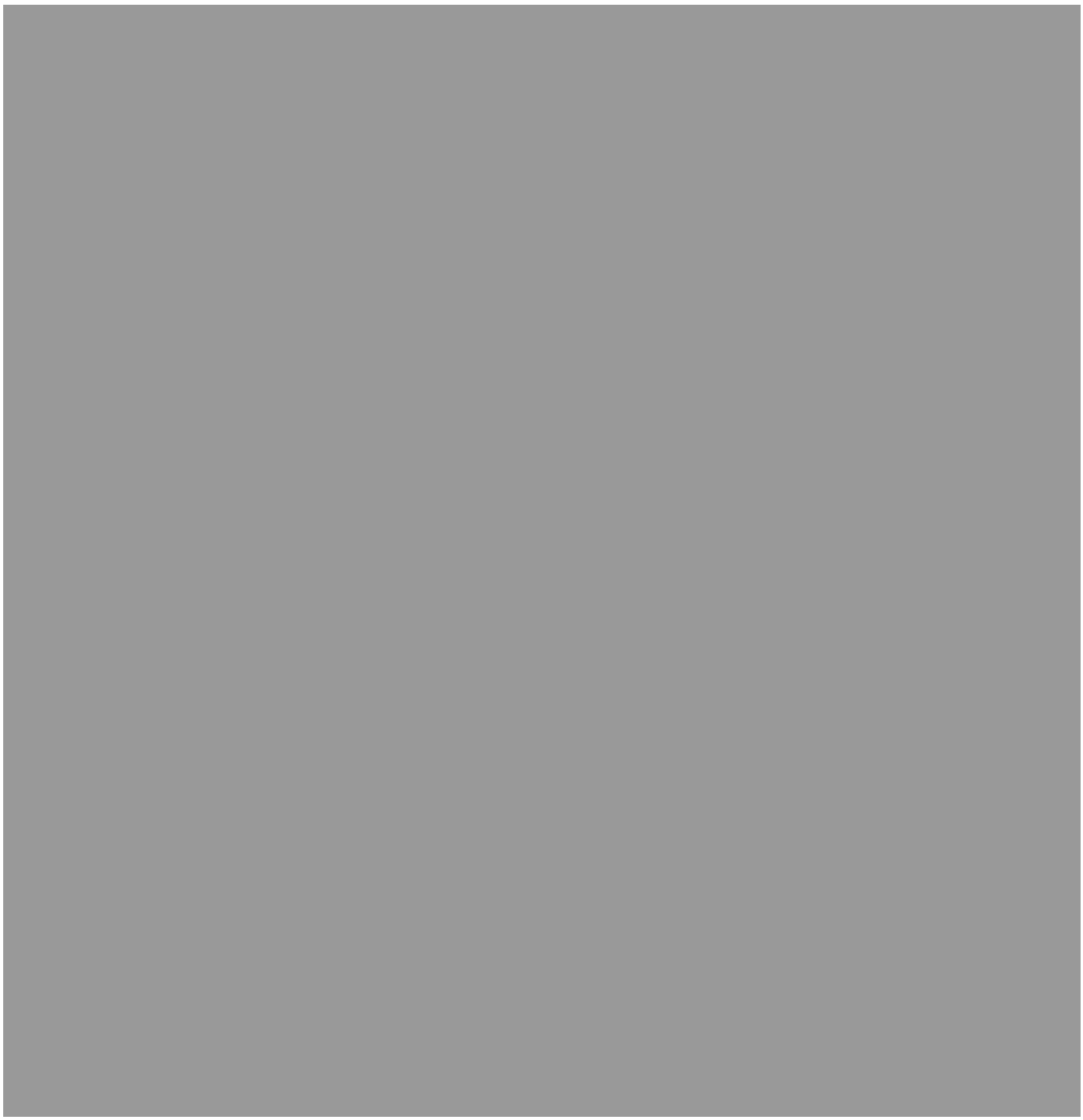


Figure 11-44 *Schéma de principe de l'usine d'extraction du puits air vicié exploitation*

11.4.3 La surveillance de la ventilation

Les éléments présentés ci-dessous sont remontés et pilotés par l'ensemble fonctionnel VN, présentés au chapitre 11.2.11 du présent volume et GTB quand il s'agit de ventilation conventionnelle (cf. Chapitre 11.2.6 du présent volume).

11.4.3.1 La surveillance des équipements de ventilation

L'instrumentation des réseaux permet d'assurer la surveillance des principaux paramètres de fonctionnement du réseau et notamment :

- le bon fonctionnement des organes principaux tels que les ventilateurs de soufflage ou d'extraction ;
- la mesure de débit en gaine ;
- la surveillance du niveau de colmatage et du perçage des filtres THE ;
- le contrôle des niveaux de dépression des locaux ;
- le respect de la cascade de dépression ;
- le contrôle des détecteurs et organes liés à la détection et à la protection contre la propagation de l'incendie.

11.4.3.2 La surveillance des paramètres de la ventilation

Les informations centralisées de la zone exploitation sont remontées en salle de conduite centralisée pour les opérateurs qui ont ainsi un visuel en temps réel sur l'état de fonctionnement des systèmes de ventilation. Ils acquièrent en temps réel les paramètres de fonctionnement des équipements et les paramètres de maintien des ambiances au sein de l'installation.

L'ensemble de cette surveillance centralisée se traduit par le suivi de paramètres de surveillance dont certains sont présentés dans le tableau ci-dessous. Lorsque l'alarme est suivi du sigle (VN) dans le tableau, cela signifie que seule la ventilation nucléaire est concernée.

Tableau 11-2 Paramètres de surveillance centralisée des réseaux de ventilation nucléaire et conventionnelle

Réseau	Alarmes	Instrumentation associée
Réseau de ventilation conventionnelle et nucléaire	Grand froid	Thermostat de sécurité température basse air neuf
	Température seuil haut moteur ventilateur	Thermostat de température seuil haut enroulement moteur
	Gel de batterie	Thermostat de sécurité antigel batterie
	Pression ventilateur haute	Capteur de pression différentielle seuil haut
	Pression ventilateur basse	Capteur de pression différentielle seuil bas
	Pression haute de colmatage filtres ME	Capteur de pression différentielle colmatage
	Pression haute de colmatage filtres HE (VN)	Capteur de pression différentielle colmatage
	Pression haute de colmatage filtres THE (VN)	Capteur de pression différentielle colmatage

Réseau	Alarmes	Instrumentation associée
	Pression haute de colmatage filtres THE DNF(VN)	Capteur de pression différentielle colmatage
	Détection incendie	Détecteur de fumée

11.4.3.3 La surveillance locale

Certaines informations ne nécessitent pas une centralisation de leur surveillance dans les installations de surface mais doivent être vérifiées pour le fonctionnement normal des systèmes ou lors d'opération de maintenance :

- pression relative aux bornes des filtres et des registres de compensation afin d'assurer la compensation due au colmatage des filtres ;
- débit aux bornes des filtres des différents niveaux de filtration pour le réglage du bon débit après chaque changement de filtre.

11.5 Les dispositions générales de sécurité incendie

11.5.1 Le principe général

La mise en sécurité incendie des locaux repose sur le principe d'une détection précoce associée ensuite à la mise en œuvre de différents asservissements en fonction du local concerné. Ces asservissements reposent sur un zonage de l'installation, une gestion des alarmes et du déclenchement de dispositifs de sécurité assurant le compartimentage et/ou la sectorisation du départ de feu pouvant aller jusqu'à la mise en œuvre des dispositifs fixes d'extinction.

La détection, le traitement et la mise en œuvre d'actions sont réalisés par des matériels et logiciels du système de sécurité incendie (SSI), décrit au chapitre 11.2.10 du présent volume.

11.5.2 Le zonage sécurité incendie (SSI)

Le zonage sécurité incendie (SSI) comprend différentes zones (cf. Figure 11-45) :

- zone de mise en sécurité (ZS) : terme générique désignant toute zone susceptible d'être mise en sécurité par le système de mise en sécurité incendie ;
- zone de diffusion d'alarme (ZA) : zone géographique dans laquelle le signal de l'alarme générale est audible et/ou visible pour donner l'ordre d'évacuation. Une zone de diffusion d'alarme peut comporter un ou plusieurs diffuseurs sonores (D.S.) et/ou visuels (D.L.) ; une ZA constitue une Zone de mise en Sécurité (ZS) ;
- zone de compartimentage (ZC) : zone de mise en sécurité dans laquelle est assurée la fonction de compartimentage ;
- zone de désenfumage (ZF) : zone de mise en sécurité dans laquelle est assurée la fonction de désenfumage ;
- zone de détection (ZD) : terme générique désignant soit une zone surveillée par un ensemble de détecteurs d'incendie (D.I.), soit une zone équipée d'un ensemble de déclencheurs manuels (D.M.), auxquels correspond, dans chaque cas, une signalisation commune. On distingue :
  - ✓ les zones de détection automatique (ZDA), surveillées au moyen de détecteurs d'incendie (D.I.) ;
  - ✓ les zones de détection par déclencheurs manuels (ZDM), dotées de déclencheurs manuels (D.M.).

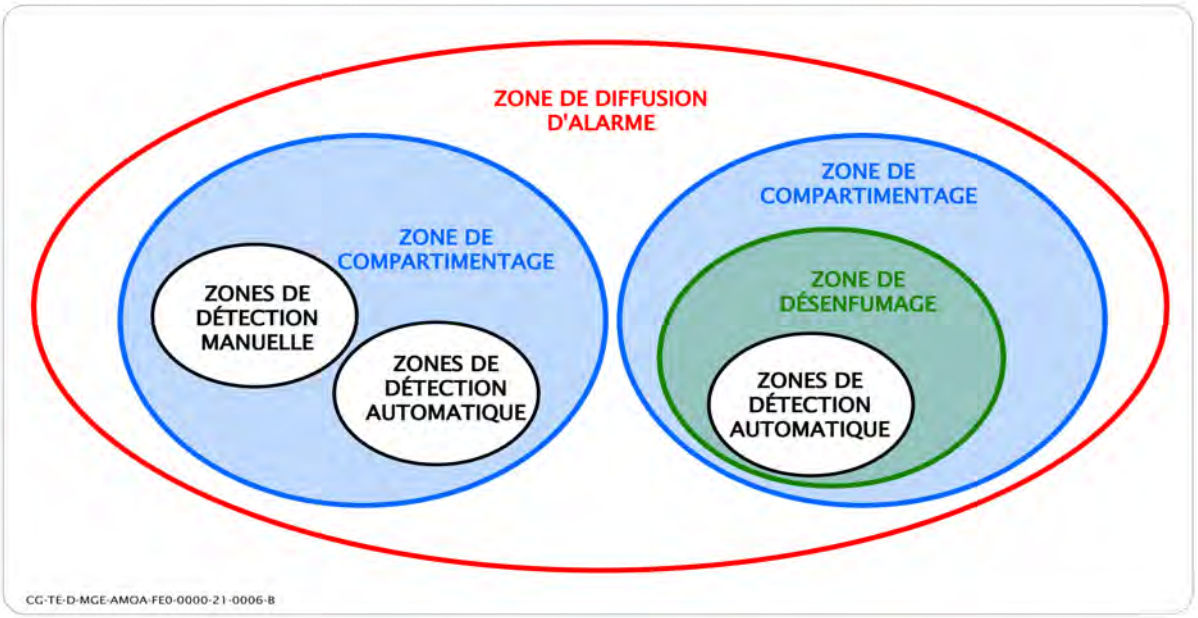


Figure 11-45 Schémade principe du zonage du système de sécurité incendie

11.5.3 Le système de détection incendie

L'installation bénéficie d'un système de détection automatique d'incendie étendu à l'ensemble des locaux de la zone exploitation. Les alarmes incendie sont remontées au poste central de sécurité (PCS) avec un report en salle de conduite centralisée (SCC).

11.5.4 La gestion de l'alarme évacuation

L'alarme évacuation est déclenchée par zones d'alarme. Pour la zone exploitation, les zones d'alarme définies sont le bâtiment nucléaire de surface EP1, les têtes de descenderie et les descenderies colis et de service, les deux puits exploitation et la zone souterraine en exploitation.

L'alarme peut être diffusée localement ou dans l'ensemble de l'installation en exploitation *via* les équipements de l'ensemble fonctionnel « sonorisation » (c'est-à-dire le système de sécurité des personnes, cf. Chapitre 11.2.4 du présent volume).

L'enclenchement d'une zone d'alarme est réalisé par asservissement sur la détection d'incendie après une temporisation adaptée.

11.5.5 Le centralisateur de mise en sécurité incendie

Le principe général est une mise en sécurité des zones de compartimentage, sur asservissement avec ou sans temporisation.

Les mises en sécurité sont réalisées soit manuellement soit automatiquement.

À titre d'exemple, une mise en sécurité manuelle est prise en compte pour la fermeture des portes de compartimentage des galeries souterraines process (portes ouvertes en position d'attente), ceci afin qu'un mobile process puisse être déplacé avant fermeture s'il se trouve au niveau d'une porte.

La mise en surpression des recoupes est réalisée automatiquement, sur asservissement en cas de déclenchement d'une détection incendie.

De façon générale, la fermeture des clapets coupe-feu à l'extraction d'un local classé C2-FIIA ou C4*FIIIB est réalisée automatiquement sur déclenchement d'une alarme liée à la surveillance des filtres THE du dernier niveau de filtration (température amont DNF, colmatage, fumée aval DNF).

11.5.6 L'asservissement sur le process en cas de déclenchement d'une alarme feu

En cas de déclenchement d'une détection incendie, le principe général retenu est la mise en pause automatique du process, *a minima* dans la zone de détection concernée. Cette disposition est retenue afin de laisser la possibilité à l'opérateur en salle de conduite centralisée de finaliser un mouvement ou opérer un retrait si cela s'avère nécessaire dans la gestion de l'incendie.

À titre d'exemple :

- dans le bâtiment nucléaire de surface EP1, le déclenchement d'une détection incendie asservit automatiquement la mise en pause du process dans la zone de détection concernée, sans temporisation ;
- dans la gare haute, la descenderie colis, la gare basse et le carrousel, le déclenchement d'une détection incendie asservit automatiquement l'arrêt du funiculaire et la mise en pause des mobiles dans les zones de détection concernées, sans temporisation.

11.5.7 Les systèmes fixes d'extinction

Les systèmes d'extinction dans les locaux techniques conventionnels en surface ou souterrain ont un déclenchement automatique.

Les systèmes d'extinction à mousse présents dans le bâtiment EP1 et dans les cellules de manutention des alvéoles MA-VL sont à déclenchement manuel. Le déclenchement est commandé depuis le poste central de sécurité. En cas de défaillance, un déclenchement en local est possible.

11.5.8 L'exploitation et surveillance du système sécurité incendie

Le système sécurité incendie (SSI) est conçu pour faciliter l'exploitation et limiter la charge opérateur. L'interface homme-machine au poste central de sécurité permet de :

- fournir la position de la zone concernée dans l'INB ;
- localiser et identifier les dispositifs d'aide à la décision présents dans la zone comme les caméras vidéo présentes, par exemple ;
- localiser et identifier les zones de mises en sécurité.

Les commandes de mise en sécurité sont facilement accessibles.

Le poste central de sécurité dispose également de différentes commandes participant à la mise en sécurité incendie :

- d'un appel prioritaire pour la cage ascenseur du puits ventilation air frais VFE, pour l'acheminement des forces de sécurité-incendie ;
- de commandes d'éclairage ;
- de commandes d'arrêt pompier sur certaines mises en sécurité ;
- de commandes de coupure d'alimentation électriques.

11.5.9 Les autres dispositifs utilisés pour l'exploitation du système de sécurité incendie

11.5.9.1 Les indicateurs d'action

Des indicateurs d'action sont présents au droit des portes d'accès aux locaux.

Ils concourent au repérage d'une zone en alarme feu et facilitent le choix d'un itinéraire d'évacuation et l'intervention des secours.

11.5.9.2 Les commandes en local du système de sécurité incendie

Les systèmes suivants bénéficient d'un dispositif de commande en local facilement accessible, en complément des commandes disponibles depuis le poste central de sécurité :

- clapets coupe-feu de la ventilation nucléaire ;
- systèmes d'extinction à commande manuelle ;
- ventilateurs de mise en surpression des recoupes.

En complément des commandes de mise en sécurité, des arrêts pompiers sont prévus sur certaines mises en sécurité du système sécurité incendie, par exemple :

- arrêt pompier d'une zone de désenfumage ou d'une zone de mise en surpression ;
- arrêt pompier du soufflage d'air frais dans le puits ventilation air frais VFE ;
- arrêt pompier de la ventilation des locaux et circulations C1 et NC pour le bâtiment EP1 et la tête de descenderie colis ;
- arrêt pompier d'un système d'extinction à mousse haut-foisonnement.

11.5.10 Les rôles du poste central de sécurité en cas de déclenchement d'une alarme feu

En cas de déclenchement d'une détection incendie, l'agent exploitant le système sécurité incendie au poste central de sécurité, en lien avec le chef de quart du poste réalise les actions suivantes :

- alerte et envoi de l'équipe des forces de sécurité-dans la zone concernée ;
- analyse des images de caméras vidéo de la zone de détection concernée et/ou des zones avoisinantes ;
- géolocalisation des personnels et mobiles à proximité de la zone concernée ;
- envoi d'un personnel de première intervention à proximité pour réaliser la levée de doute ;
- coordination avec la salle de conduite centralisée ;
- vérification des asservissements et mises en sécurité.

Pour faciliter l'intervention rapide des forces de sécurité dans la zone souterraine en exploitation, le poste central de sécurité dispose d'une fonction « appel prioritaire » pour la cage d'ascenseur du puits ventilation air frais exploitation VFE. Cette fonction permet de commander l'arrêt et la remontée immédiate de la cage d'ascenseur jusqu'en surface.

11.5.11 Le fonctionnement en mode dégradé

11.5.11.1 L'exploitation du système de sécurité incendie en cas de défaillance

En cas de défaillance, il est possible :

- de monitorer la détection incendie localement ;
- de réaliser les actions de mise en sécurité (fermeture des clapets coupe feu, désenfumage, etc.) *via* les faces avant déportées des unités de commande manuelle centralisée déportées.

11.5.11.2 L'exploitation du SSI en cas de perte d'alimentation électrique

Tous les dispositifs SSI sont considérés comme des récepteurs vitaux c'est-à-dire qu'ils ont la même fonctionnalité mais qu'ils ne sont pas alimentés par le réseau vital mais sont équipés de leur propre système de maintien de l'alimentation électrique jusqu'à la reprise de l'alimentation électrique par les GES. Les éléments vitaux des réseaux de communication sont aussi considérés comme des récepteurs vitaux. En cas de perte d'alimentation électrique, toute la chaine SSI est opérationnelle, elle est basculée automatiquement vers leur propre alimentation électrique grâce aux moyens décrits en chapitre 11.3 du présent volume.

11.5.11.3 L'exploitation du système sécurité incendie en cas de séisme

Les fonctions du système sécurité incendie qualifiées post-séisme sont *a minima* les suivantes :

- zones de détection des secteurs de feu et zones de feu non conventionnelles (cellules blindées EP1, cellules de manutention et alvéoles MA-VL) ;
- zones de mise en sécurité des secteurs de feu et zones de feu non conventionnelles (cellules blindées EP1, cellules de manutention et alvéoles MA-VL).

11.6 Les fluides (eau, air comprimé, etc.)

11.6.1 Le réseau eaux d'exhaure

En complément de la description des ouvrages en surface dédiés à la gestion des effluents (cf. Chapitre 8 du présent volume), les éléments ci-après décrivent les réseaux permettant la remontée des eaux d'exhaure récupérées dans la zone d'exploitation de l'installation souterraine. Leur mode de gestion et les quantités sont ensuite présentés au chapitre 12 du présent volume.

Ces réseaux collectent les eaux de fond issues des liaisons surface-fond et des effluents non conventionnels issus du quartier pilote HA.

11.6.1.1 Les eaux d'exhaure de l'installation souterraine provenant des descenderies, du puits ventilation air frais VFE et des bassins de la recoupe albraque

11.6.1.1.1 Le descriptif du réseau

Le réseau d'eaux d'exhaure de l'installation souterraine comprend :

- un réseau de collecte des eaux d'exhaure provenant des descenderies. Il comprend une tuyauterie reliant le radier des galeries au caniveau d'alimentation des bassins de la recoupe albraque (cf. Chapitre 9.3.2.2.2 du présent volume) ;
- un réseau de collecte des eaux d'exhaure provenant du puits ventilation air frais exploitation VFE ;

- trois bassins de capacité identique (deux pour le fonctionnement normal et un en secours) implantés dans la recoupe albraque ;
- un réseau de relevage des eaux d'exhaure vers la surface ;
- un coffret de commande local implanté à proximité de la recoupe albraque.

Le réseau est dimensionné pour être fonctionnel post-séisme et conserver son étanchéité après.

11.6.1.1.2 Le principe de fonctionnement

Collecte des eaux d'exhaure provenant des descenderies

Les eaux d'exhaure provenant des descenderies colis et service s'écoulent, par gravité, depuis la limite du toit de la couche du Callovo-Oxfordien jusqu'aux bassins de la recoupe albraque où elles sont regroupées (mise en commun). Ces eaux d'exhaure sont des effluents conventionnels.

Collecte des eaux d'exhaure provenant du puits ventilation air frais exploitation VFE

Les eaux d'exhaure provenant du puits ventilation air frais exploitation VFE s'écoulent, par gravité, depuis la limite du toit de la couche du Callovo-Oxfordien jusqu'aux bassins de la recoupe albraque. Ces eaux sont également des effluents conventionnels.

Gestion des bassins de la recoupe albraque

La collecte dans les bassins de la recoupe albraque est réalisée de façon gravitaire. La gestion des bassins est assurée par un automate qui contrôle la position de vannes écluses.

Depuis ces bassins, le réseau de relevage permet de mener les deux étapes suivantes :

- un brassage accompagné d'une analyse des eaux d'exhaure contenues dans chaque bassin ;
- un relevage des eaux d'un bassin vers le bassin de décantation en surface.

Le brassage et l'analyse des eaux d'exhaure sont effectués en continu avant leur relevage. Le brassage et le relevage sont réalisés chacun par une pompe dédiée. Ces pompes sont redondées. Un automate gère l'alternance du fonctionnement entre les pompes afin de s'assurer de la disponibilité du réseau. Le fonctionnement des pompes est surveillé en supervision.

11.6.1.2 Le cas particulier des eaux d'exhaure provenant des alvéoles HA

L'architecture du réseau des eaux d'exhaure des alvéoles-HA est schématisée comme suit (Figure 11-46).

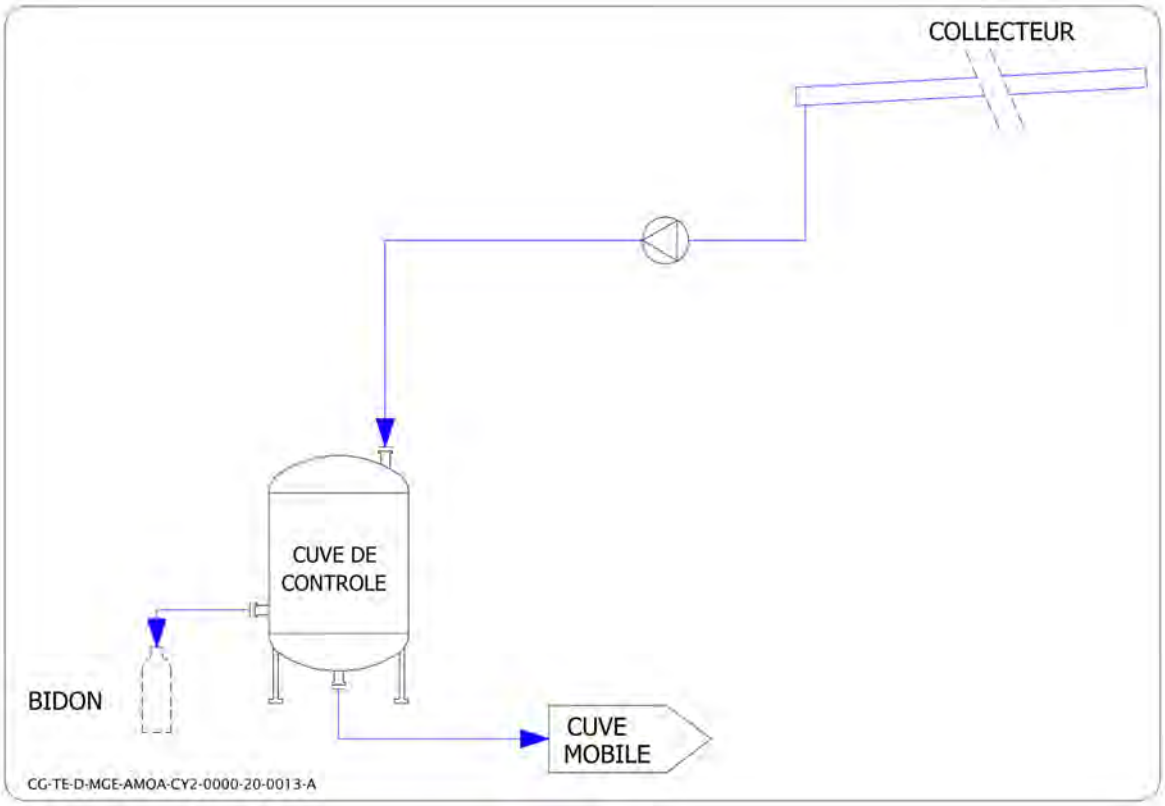


Figure 11-46 *Schéma de principe du réseau des eaux d'exhaure provenant des alvéoles de stockage HA*

Ce réseau comprend :

- des réseaux de collecte raccordés en tête de chaque alvéole HA ; chacun de ces réseaux est équipé de :
  - ✓ pots de décantation, raccordés aux drains des têtes d'alvéoles, pour récupérer d'éventuels résidus issus de corrosion ;
  - ✓ collecteurs inclinés, faisant également office de capacités de stockage, dans lesquels les eaux d'exhaure HA s'écoulent par gravité ;
- des réseaux de dépotage reliant les collecteurs aux cuves de contrôle ;
- deux cuves de contrôle (une pour le fonctionnement normal et une en secours) par collecteur ;
- un coffret de commande local implanté dans chaque recoupe.

Le réseau ainsi que le système de supportage des cuves sont dimensionnés pour tenir au séisme pour préserver leur intégrité en cas d'agression. Des capacités de rétention des cuves sont également prévues en cas de fuite.

11.6.2 La distribution de l'eau chaude et de l'eau glacée

L'eau de chauffage et l'eau glacée est mise à disposition sur chaque zone par un réseau de distribution d'eau chaude de chauffage principal et un réseau d'eau glacée principal pour permettre l'alimentation

de certains équipements et réseaux secondaires par l'intermédiaire de sous-stations équipées d'échangeurs. Les réseaux de la zone descenderie sont indépendants de ceux de la zone puits.

Les réseaux secondaires alimentés par les réseaux principaux sont présentés dans les paragraphes suivants.

11.6.2.1 Le réseau eau glacée et eau chaude de surface en zone descenderie

Ce réseau est utilisé pour :

- le conditionnement de l'air circulant dans l'installation nucléaire de surface afin de réguler la température à l'intérieur des bâtiments par l'alimentation des centrales de traitement de l'air (CTA) des réseaux de soufflage de la ventilation nucléaire et conventionnelle ;
- le refroidissement des postes de détensionnement de la cellule de fermeture des colis de stockage HA (eau glacée).

En cas de perte de ce réseau, l'installation nucléaire de surface est mise à l'état sûr et un groupe mobile de production d'eau glacée est raccordée directement sur l'installation nucléaire de surface afin de refroidir les locaux électriques et d'automatismes abritant les alimentations des équipements sensibles vis-à-vis de la sûreté.

11.6.2.2 Le réseau eau glacée de traitement d'air de l'installation souterraine en zone puits

Concernant l'installation souterraine et les puits de ventilation de la zone exploitation, il faut distinguer :

- le réseau eau glacée pour les batteries froides du puits de ventilation air frais exploitation ;
- le réseau d'eau chaude pour les batteries chaudes du puits de ventilation air frais exploitation ;
- le réseau de récupération d'énergie ;
- le réseau d'eau glacée des locaux électriques en surface du puits ventilation air frais exploitation ;
- le réseau d'eau glacée pour les locaux techniques du puits ventilation air vicié exploitation VVE ;
- le réseau d'eau glacée présent effectivement en souterrain ;
- le réseau de refroidissement par détente directe présent en souterrain.

11.6.2.2.1 Le réseau eau glacée pour les batteries froides du puits de ventilation air frais exploitation

Le réseau eau glacée de traitement d'air de l'installation souterraine permet d'alimenter les batteries froides des centrales de traitement d'air implantées dans le puits ventilation air frais exploitation. Chaque ventilateur de l'usine de ventilation est équipé d'une centrale de traitement d'air (CTA). Le nombre de centrales de traitement de l'air en fonctionnement est variable d'une phase d'exploitation à l'autre suivant le nombre de ventilateur en fonctionnement (dépendant des phases de déploiement de l'installation souterraine).

En cas de perte du réseau d'eau glacée, le traitement d'air de l'installation souterraine est compensé par le réseau de récupération d'énergie.

11.6.2.2.2 Le réseau d'eau chaude pour les batteries chaudes du puits de ventilation air frais exploitation

En période hivernale, il est nécessaire de chauffer l'air neuf avant de le souffler dans l'installation souterraine, afin, en particulier, de préserver le réseau incendie du gel. La puissance calorifique requise est variable selon la phase de déploiement de l'installation.

Le réseau eau chaude de chauffage, raccordé au réseau principal de distribution d'eau chaude de chauffage de la zone puits par l'intermédiaire d'une sous-station, permet d'alimenter les batteries chaudes des CTA implantées dans le puits de ventilation air frais exploitation VFE. Le nombre de centrales de traitement de l'air en fonctionnement est variable d'une phase d'exploitation à l'autre suivant le nombre de ventilateur en fonctionnement (dépendant des phases de déploiement de l'installation souterraine).

11.6.2.2.3 Le réseau de récupération d'énergie

La récupération d'énergie dans la zone exploitation permet de transférer les calories entre l'air vicié extrait du puits ventilation air vicié exploitation VVE et l'air neuf entrant dans le puits ventilation air frais exploitation VFE. L'échange de chaleur entre l'air et le système de récupération d'énergie se fait au moyen de batteries de récupération installées dans les usines de ventilation de chacun des puits de ventilation.

11.6.2.2.4 Le réseau d'eau glacée des locaux électriques en surface du puits ventilation air frais exploitation

Le réseau d'eau glacée des locaux électriques est raccordé au réseau principal d'eau glacée de surface en zone puits par l'intermédiaire d'une sous-station équipée de deux echangeurs redondés. Ce réseau permet d'assurer le refroidissement des locaux électriques nécessaires au fonctionnement de la ventilation de soufflage de l'installation souterraine.

En cas de perte du réseau principal d'eau glacée de surface, il est prévu des groupes mobiles à mettre en place pour refroidir des locaux électriques et permettre un rétablissement de la ventilation de soufflage de l'installation souterraine dans un délai court.

11.6.2.2.5 Le réseau d'eau glacée des locaux electriques en surface du puits ventilation air vicié exploitation VVE

La ventilation de l'usine de ventilation du puits air vicié exploitation assure le refroidissement et l'assainissement de l'air des locaux techniques. Il s'agit d'une ventilation conventionnelle.

Ce réseau, indépendant du réseau principal d'eau glacée de surface de la zone puits, est constitué de deux voies de refroidissement indépendantes alimentant chacune un local électrique (assurant unitairement l'alimentation électrique des équipements de ventilation air vicié exploitation VVE). Cette architecture robuste permet d'assurer une disponibilité suffisante de la ventilation vis-à-vis des contraintes de sûreté en cas de perte d'une voie de refroidissement ou d'une agression du réseau (séisme, perte électrique externe, etc.).

11.6.2.2.6 Le réseau d'eau glacée présent effectivement en souterrain

Le besoin en refroidissement par eau glacée en souterrain est identifié dans les locaux électriques des recoupes techniques en galerie de liaison du quartier de stockage MA-VL.

La production et la distribution de l'eau glacée sont constituées :

- d'unités centralisées (groupes frigorifiques) implantées au niveau de la zone de soutien logistique exploitation autour du puits ventilation air vicié exploitation VVE ;
- de trois boucles primaires assurant la liaison entre les groupes frigorifiques et les boucles secondaires d'eau glacée ;
- de deux boucles secondaires par quartier à refroidir assurant la liaison entre les boucles primaires et les armoires de climatisation des recoupes techniques.

Ce réseau est indépendant des réseaux d'eau glacée en surface.

Il est dimensionné pour être fonctionnel post-séisme.

11.6.2.2.7 Le réseau de refroidissement par détente directe

Un refroidissement par détente directe est réalisé dans certains locaux en souterrain : locaux électriques des recoupes techniques dans les descenderies, dans la zone de soutien logistique exploitation et dans les quartiers pilote et de stockage HA.

Le besoin d'un réseau de refroidissement découle du besoin de refroidir l'air des locaux dans un domaine permettant le fonctionnement des équipements électriques.

Les différentes boucles de refroidissement à détente directe sont présentes dès le début de la tranche 1, sauf pour la galerie de retour d'air du quartier de stockage MA-VL dont les recoupes techniques (et les boucles de refroidissement associées) sont construites au fur et à mesure des phases de déploiement de l'installation souterraine.

Chaque recoupe est refroidie par quatre ensembles à détente directe (armoire de climatisation, boucle froide et condenseur en galerie) assurant chacun 25 % du refroidissement.

En cas de défaillance d'un ou deux ensembles, les 50 % de capacité de refroidissement restante suffisent à conserver les exigences de température.

Par ailleurs, le réseau est dimensionné pour être fonctionnel post-séisme.

11.6.3 La production et distribution d'air comprimé

11.6.3.1 La description du réseau

En surface, le réseau d'air comprimé permet d'alimenter :

- les joints gonflables des portes coulissantes des cellules process assurant une fonction de confinement. Ces joints gonflables, étant montés en façade de l'huisserie à l'aide de cadres, permettent d'assurer l'étanchéité de la porte lorsque celle-ci est fermée ;
- les joints gonflables des façades d'accostage MA-VL dans le parc à hottes ;
- certains actionneurs d'équipements du process tel que les vérins pneumatiques par exemple.

Au fond, l'air comprimé du process au niveau des zones d'accostage des alvéoles en galerie d'accès du quartier de stockage MA-VL a les fonctions suivantes :

- alimenter les joints gonflables au niveau de l'interface avec la cellule de manutention lors des opérations de stockage ;
- alimenter les machines/outils implantés en cellule de manutention des alvéoles MA-VL lors des phases de maintenance de celle-ci ;
- alimenter les pompes pneumatiques utilisées pour dépoter les effluents incendie de la cellule de manutention au niveau de la zone d'accostage.

Le réseau d'air comprimé au fond permet également d'alimenter les machines-outils présentes dans le local de maintenance de la zone de soutien logistique exploitation.

11.6.3.1.1 L'installation de surface

L'installation de surface produit elle-même son air comprimé dans deux locaux différents au niveau + 6,00 m. L'implantation de ces locaux est présentée dans la Figure 11-47.

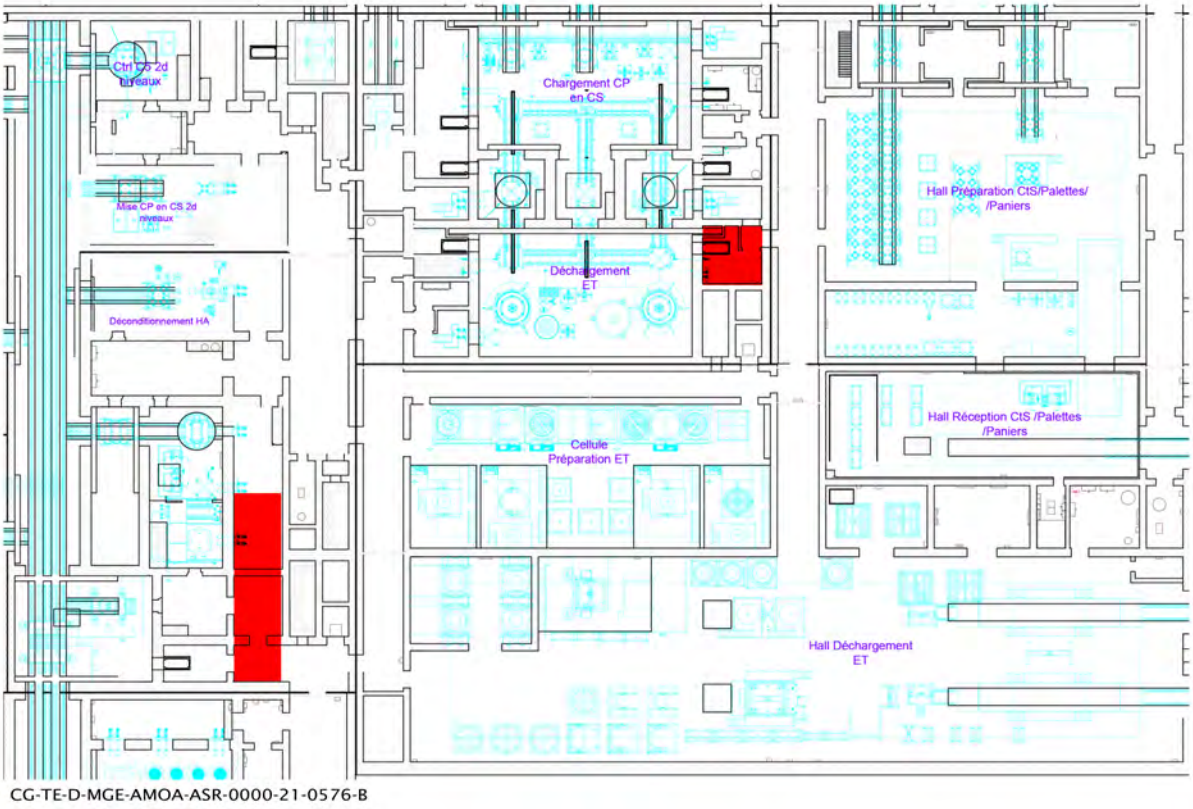


Figure 11-47 *Illustration de l'implantation des locaux de production du réseau d'air comprimé dans le bâtiment nucléaire de surface EP1*

11.6.3.1.2 L'installation souterraine

Au sein de l'installation souterraine, les besoins d'alimentation et de distribution en air comprimé sont à deux niveaux :

- dans le local de maintenance des équipements du process en zone de soutien logistique exploitation pour les équipements et machines/outils (cf. Figure 11-48) ;
- au niveau des zones d'accostages des alvéoles MA-VL en galerie d'accès (cf. Figure 11-49).

L'air comprimé de maintenance a pour fonction d'alimenter les équipements et machine/outils dans le local de maintenance en zone de soutien logistique exploitation.

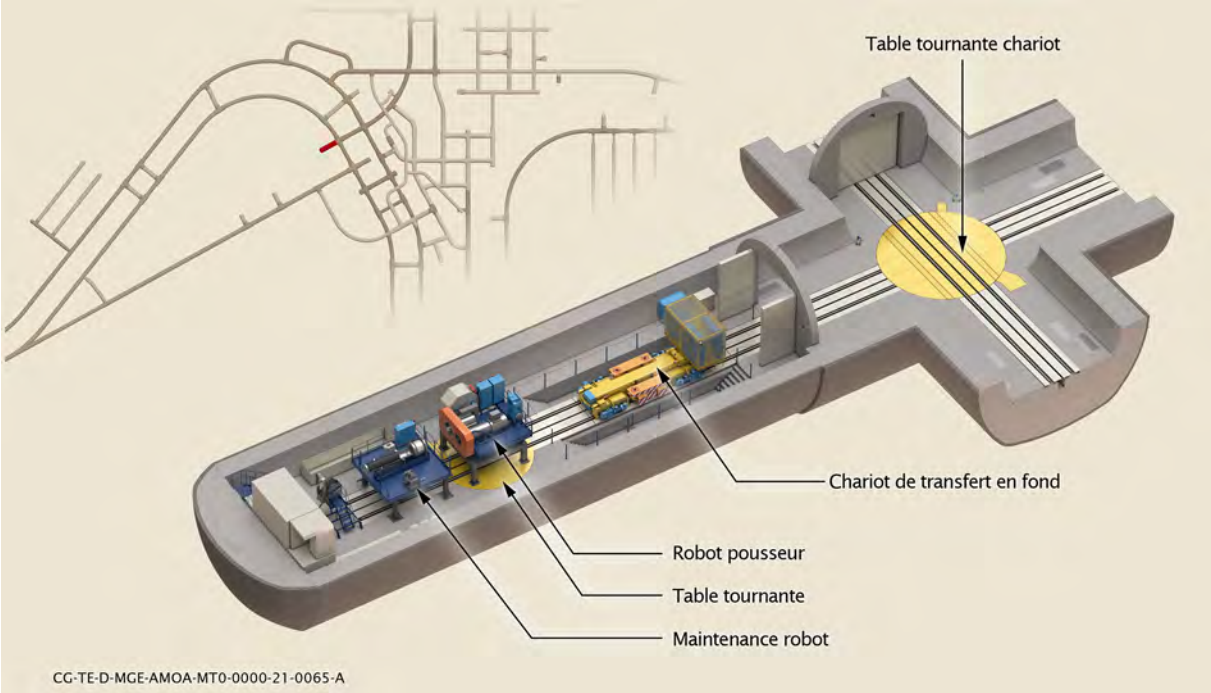


Figure 11-48 *Illustration du local de maintenance des équipements du process dans la ZSL Exploitation*

L'unité de production d'air comprimé de maintenance est constituée d'un compresseur, d'un réservoir tampon placé en sortie de compresseur permettant de fournir le débit/pression requis, d'un pressostat et d'un détendeur. Ce réseau permet d'alimenter la façade d'accostage MA-VL comme en surface dans le parc à hottes.

Les différentes unités de production sont implantées au fur et à mesure du déploiement du quartier de stockage MA-VL, et sont également déposées au fur et à mesure de la fermeture de ce quartier.

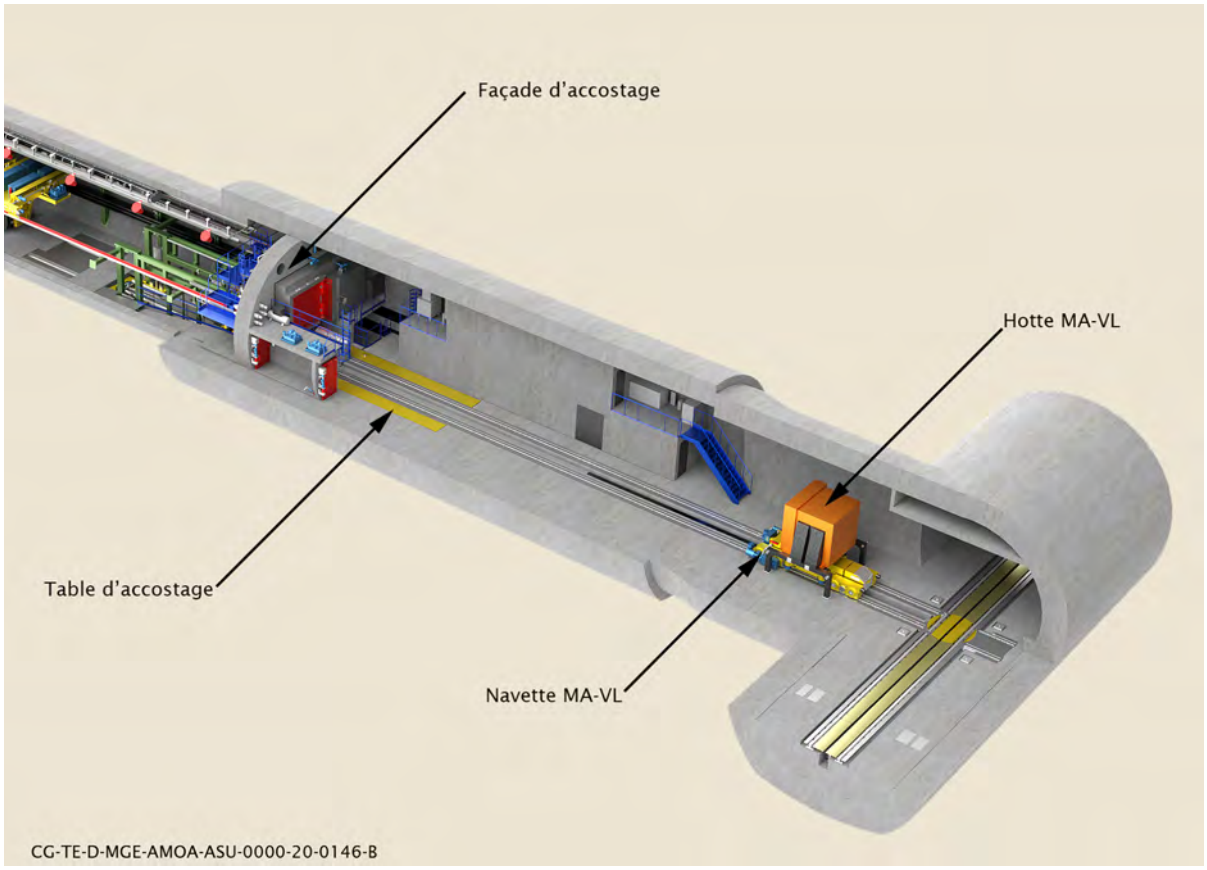


Figure 11-49 Illustration de la zone d'accostage d'un alvéole de stockage MA-VL

11.6.3.2 La surveillance du réseau air comprimé

Les défauts du réseau de production du réseau d'air comprimé sont remontés au poste de supervision centrale GTB. Les informations de synthèse de la GTB sont reportées sur un poste de supervision au poste central de sécurité (cf. Chapitre 11.2.6 du présent volume).

11.6.4 La production et la distribution d'azote pour le balayage de l'atmosphère des alvéoles HA

NOTE IMPORTANTE

Le déploiement des alvéoles HA du quartier de stockage HA s'appuie à ce stade sur des principes similaires à ceux du quartier pilote HA, en retenant une longueur d'alvéole de l'ordre de 150 mètres, sans préjuger des développements futurs relatifs à leur allongement (intégrant le retour d'expérience de l'exploitation du quartier pilote HA et des évolutions technologiques disponibles) qui pourraient être mis en oeuvre d'ici sa mise en service envisagée à l'horizon 2080.

Le réseau de balayage à l'azote des alvéoles du quartier pilote HA est un réseau produisant de l'azote et l'injectant dans les différents alvéoles de stockage pour limiter la concentration en oxygène à l'intérieur de l'alvéole et maîtriser le risque d'apparition d'atmosphère explosive liée aux gaz de corrosion en condition anoxique (principalement de l'hydrogène).

Une purge est également placée en tête de chaque alvéole afin de limiter la surpression entre la pression interne de l'alvéole et la pression dans la galerie d'accès.

Certains équipements du réseau de balayage de l'atmosphère interne des alvéoles HA sont dimensionnés au séisme (*e.g.* Tuyauterie, soupape ou vanne au regard de conservation de l'étanchéité).

La production d'azote s'effectue au niveau de la niche de balayage et comprend notamment des compresseurs d'air, une capacité tampon d'air comprimé, deux générateurs d'azote, une capacité tampon d'azote et un clapet dynamique permettant de fermer le réseau en cas d'augmentation anormale du débit.

Les générateurs d'azote et les ballons tampons (air comprimé et azote) sont classés comme des Équipements Sous Pression (catégorie IV).

12

La gestion des rejets liquides et gazeux

12.1 Les moyens de gestion des effluents liquides 740
12.2 Les moyens de gestion des rejets gazeux 743

12.1 Les moyens de gestion des effluents liquides

12.1.1 Les moyens de gestion des effluents liquides non conventionnels

12.1.1.1 L'origine des effluents liquides

Le process nucléaire pour le stockage des colis de déchets (opérations de manutention et de transferts principalement) ne génère pas d'effluents radioactifs liquides.

Toutefois, pendant le fonctionnement de l'INB, certains effluents collectés dans les zones à production possibles de déchets nucléaires (par exemple, liés aux condensats des unités intérieures de récupération d'énergie du bâtiment nucléaire de surface EP1) ou dans le système de collecte des eaux d'exhaure des alvéoles HA (eaux ayant été au contact des colis de déchets) sont susceptibles de contenir des traces de substances radioactives. Ces effluents liquides, dits "non conventionnels" ne sont pas rejetés localement et font l'objet d'une gestion distincte, à savoir leur collecte et leur envoi vers une filière externe dédiée au traitement des déchets liquides radioactifs.

Les quantités et activités d'effluents liquides non conventionnels annuels estimées sont présentées dans les volumes 2 et 4 de la pièce 6 « Étude d'impact du projet global Cigéo » (31).

12.1.1.2 Les moyens de collecte et de gestion

Les effluents liquides « non conventionnels » sont tout d'abord isolés et conditionnés.

Le bâtiment nucléaire de surface est équipé d'un réseau de collecte des effluents liquides non conventionnels. Les effluents issus de zones à production possible de déchets nucléaires (ZppdN) sont collectés dans des cuves dédiées.

Dans la zone en exploitation de l'installation souterraine, les eaux d'exhaure arrivent par gravité en tête d'alvéole du quartier pilote HA et sont collectées dans des cuves de contrôle (cf. Chapitre 11.6.1.2). Ces eaux sont ensuite dépotées, après contrôle, au fond par un camion-citerne et remontées par la descenderie de service puis acheminées jusqu'au local dédié du bâtiment nucléaire de surface EP1.

À l'issue du remplissage des cuves de collecte présentes dans le bâtiment nucléaire de surface EP1, les effluents font l'objet d'une caractérisation radiologique afin notamment de définir précisément les conditions de leur transport et de leur traitement. Ils sont acheminés vers une installation externe adaptée.

Les exutoires pour cette catégorie d'effluents sont présentés au chapitre 13 du présent volume.

12.1.2 Les moyens de gestion des eaux et effluents liquides conventionnels

Les ouvrages de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnels sont décrits au chapitre 8.8 du présent volume. Le présent chapitre présente les rejets issus des eaux et effluents liquides conventionnels.

12.1.2.1 L'identification des rejets relatifs aux eaux et effluents liquides conventionnels

Les eaux pluviales et les effluents liquides concernés par ces rejets sont les suivants :

- les eaux pluviales de la zone descenderie et de la zone puits ;
- les eaux usées traitées (eaux recyclées excédentaires) de la zone descenderie et de la zone puits ;
- les eaux de fond traitées (eaux recyclées excédentaires) de la zone descenderie et de la zone puits ;
- les eaux de ruissellement des verses traitées de la zone puits.

Pour la zone descenderie et la zone puits, les rejets des eaux pluviales et issues du traitement des effluents liquides conventionnels dans le milieu naturel concernés sont effectués :

- par des ouvrages de diffusion (fossés) :
  - ✓ deux rejets de la zone puits vers l'Ormançon (avant extension de la zone de gestion des verses) ; l'un pour les eaux pluviales, les eaux usées traitées et les eaux de fond traitées et l'autre pour les eaux de ruissellement des verses ;
  - ✓ un rejet de la zone descenderie sud vers l'Orge pour les eaux pluviales du bassin versant correspondant ;
- par une canalisation :
  - ✓ un rejet de la zone descenderie nord vers La Bureau pour les eaux pluviales du bassin versant correspondant, les eaux usées traitées et les eaux de fond traitées.

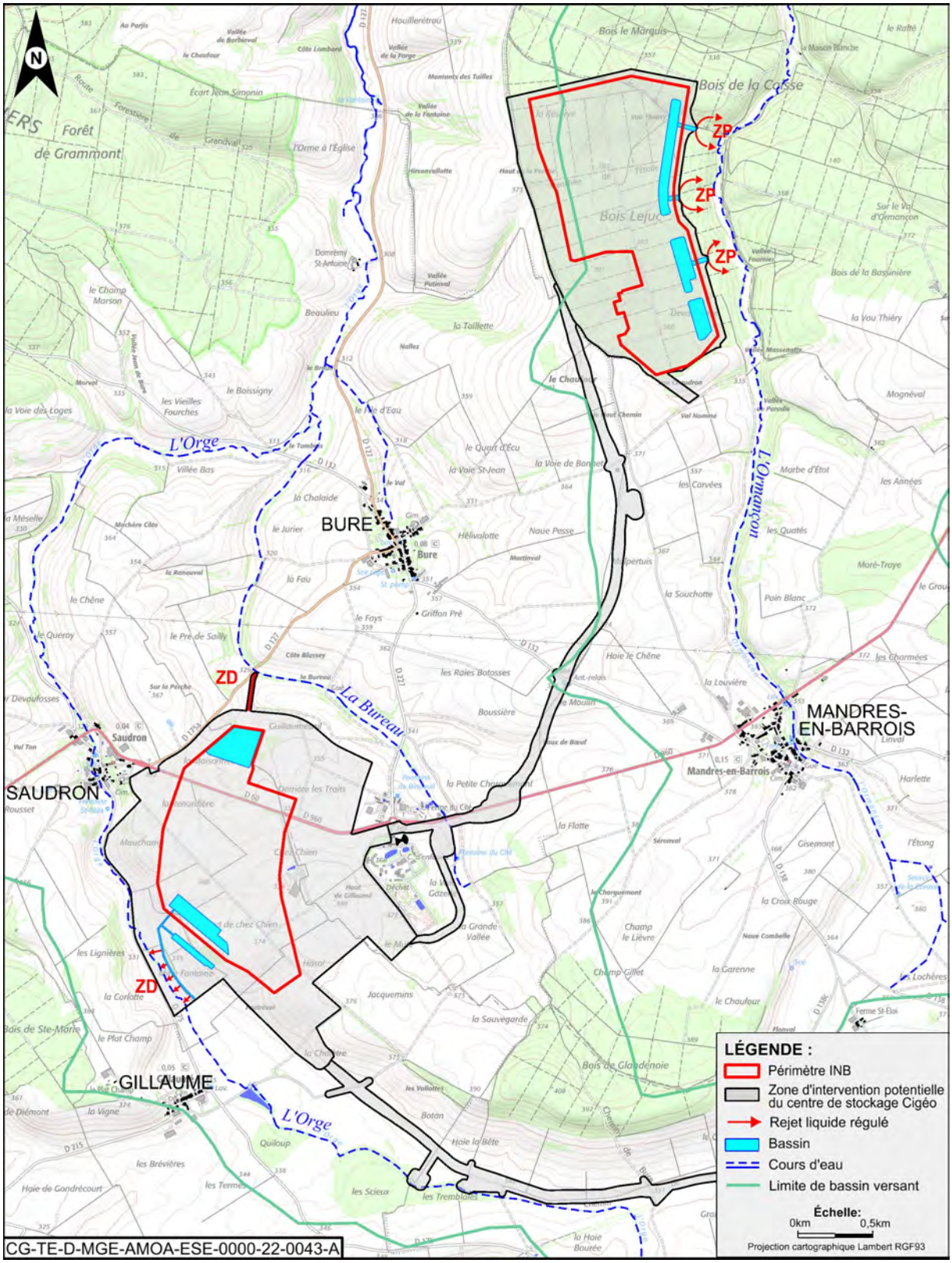


Figure 12-1 *Illustration de la localisation des points de rejets des eaux et des effluents liquides de l'INB Cigéo*

12.1.2.2 Les ouvrages de rejet vers les milieux naturels

Les types de rejets dans le milieu naturel par ouvrage sont présentés dans le tableau 12-1.

Tableau 12-1 Types de rejets dans le milieu naturel par zone et par ouvrage

Zone	Impluvium concerné	Type d'ouvrage de rejet	Type de rejets			
			Eaux pluviales	Eaux pluviales verses traitées	Eaux usées traitées	Eaux Fond traitées
ZD	Nord	Canalisation connectée à La Bureau	X		X	X
	Sud	Fossé non connecté à l'Orge	X			
ZP	Nord et sud	Ouvrage de diffusion non connecté à l'Ormançon	X		X	X
	Verses	Ouvrage de diffusion non connecté à l'Ormançon		X		

12.1.2.3 Les propriétés des rejets relatifs aux eaux et effluents liquides conventionnels

Comme évoqué au chapitre 8.8 du présent volume, les ouvrages de rejet permettent de réguler de manière passive le débit des eaux pluviales dans le milieu naturel.

Les rejets d'eaux traitées liés aux effluents collectés en zone descenderie et en zone puits sont compatibles avec les critères de bon état écologique et chimique du milieu récepteur (en termes de concentration et de débit). Les filières de traitement proposées respectent les valeurs limites des paramètres de rejet définis par la directive cadre sur l'eau.

Les natures et quantités des eaux rejetées, ainsi que les mesures de réduction des incidences sur le milieu naturel sont présentées dans le volume 4 de la pièce 6 « Étude d'impact du projet global Cigéo » (31).

12.2 Les moyens de gestion des rejets gazeux

12.2.1 Les rejets atmosphériques radioactifs

Les rejets radioactifs dans l'atmosphère sont composés, d'une part, de gaz issus du dégazage de certains colis MA-VL (^{3}H, ^{14}C, ^{85}Kr, non retenus par les filtres) et, d'autre part, d'une faible part des aérosols (émetteurs alpha et beta) potentiellement présents sur la surface des colis et emballages de transport, pouvant être remis en suspension par la ventilation (contamination mobile, non fixée).

L'INB est en conséquence à l'origine de très faibles quantités de rejets gazeux radioactifs puisque, en fonctionnement normal, il n'y a pas d'opération conduisant à la dissémination de substances radioactives sous forme d'aérosols contenues dans les colis de déchets. En effet, les colis primaires réceptionnés sont confinants aux aérosols qu'ils contiennent et le processus de mise en stockage (cf. Chapitre 2 du présent volume) ne remet pas en cause ce confinement pendant toute la phase de fonctionnement de l'installation. Par ailleurs, les spécifications d'acceptation des colis (cf. Volume 3 du présent rapport)

fixent des seuils de contamination surfacique de 0,4 Bq/cm^2 pour les émetteurs alpha et 4 Bq/cm^2 pour les émetteurs beta-gamma à respecter. Les colis de déchets font l'objet de contrôles de respect de ces seuils à leur départ dans les installations d'expédition chez les producteurs et au déchargement à l'arrivée sur l'INB Cigéo.

Par ailleurs :

- l'air extrait par la ventilation nucléaire (circuits C2 et C4) du bâtiment nucléaire de surface EP1 passe sur des filtres de très haute efficacité avant rejet *via* l'émissaire du bâtiment ;
- l'air extrait des alvéoles MA-VL passe également sur des filtres de très haute efficacité avant d'être repris par un réseau d'extraction implanté en voûte de la galerie de retour d'air. Ils sont dirigés *via* un plénum dans le puits ventilation air vicié exploitation et son émissaire.

Ces filtres de très haute efficacité retiennent une grande partie des aérosols avant rejet (plus de 99 %). L'air extrait de ces installations est canalisés jusqu'aux émissaires de rejets.

Les deux émissaires de rejets (au niveau du bâtiment nucléaire de surface en zone descenderie et du puits air vicié exploitation en zone puits) et sont munis de systèmes de prélèvement et de surveillance mesurant la nature et l'activité des substances radioactives rejetées.

La position de l'émissaire du bâtiment nucléaire de surface EP1 est illustrée sur la figure 12-2.

Figure 12-2 *Illustration de la localisation de l'émissaire du bâtiment nucléaire de surface EP1 en zone descenderie*

L'altimétrie de l'émissaire du bâtiment nucléaire de surface est représentée sur la figure 12-3.

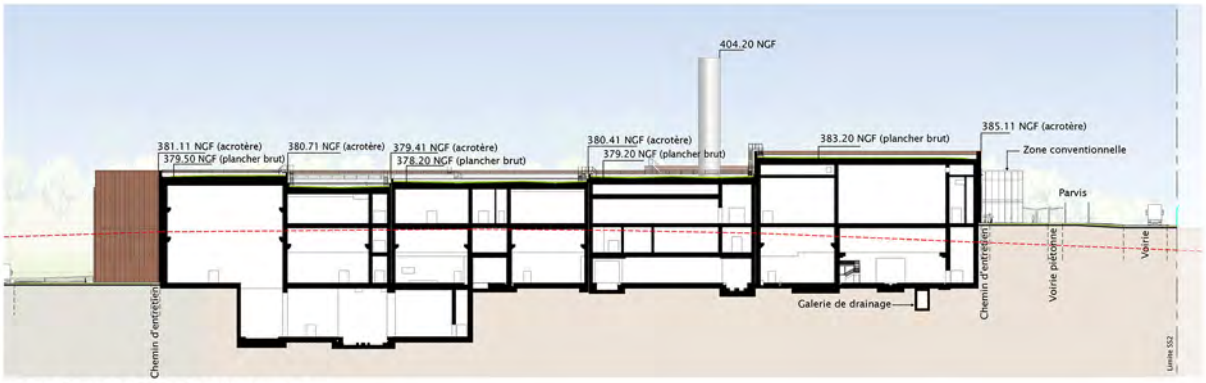


Figure 12-3 Représentation de l'altimétrie du bâtiment nucléaire de surface EP1

L'émissaire du puits ventilation air vicié exploitation est localisé au sud de la zone puits (cf. Figure 12-4). D'une hauteur de 12 mètres, il est situé à proximité de l'usine de ventilation (cf. Figure 12-5).

Figure 12-4 *Illustration de la localisation de l'émissaires en zone puits (puits ventilation air vicié exploitation (VVE))*

Figure 12-5 *Illustration du puits ventilation air vicié exploitation (VVE) et de son usine de ventilation*

Les quantités et activités de radionucléides pouvant être rejetées au niveau de chaque émissaire de rejets, ainsi que les mesures de réduction des incidences associées, sont présentées dans les volumes 2 et 4 de la pièce 6 « Étude d'impact du projet global Cigéo » (31).

12.2.2 Les rejets atmosphériques conventionnels

Les sources d'émissions atmosphériques recensées pour l'ensemble des phases de fonctionnement de l'installation, toutes zones confondues sont de plusieurs natures :

- gaz de combustion provenant de véhicules légers, poids-lourds, engins de chantiers, chaufferies ;
- poussières : creusements, manipulation, déplacement et stockage des matériaux, criblage ou concassage des matériaux, circulation des véhicules (roulage et gaz de combustion), installations de production de béton, concassage des voussoirs ;
- fluides frigorigènes : conditionnement d'air et climatisation des locaux et véhicules ;
- air extrait de l'installation souterraine (poussières et gaz d'échappements) ;
- fumées de combustion des moteurs thermiques, utilisation de produits (peinture, huile, vernis, solvant, revêtement, détergent, etc.), stockage et transfert de carburants (récupération des vapeurs), ateliers de maintenance (air canalisé et filtré), tirs d'explosifs (marginal et ponctuel).

Les émissions atmosphériques sont générées par plusieurs types de sources :

- les sources linéiques produisent des gaz et des particules issues de la combustion générée par les moteurs thermiques des véhicules (légers et poids lourds), ainsi que les poussières mises en suspension par le seul mouvement des véhicules et leur roulage (PM10 et PM2,5) ;
- les sources surfaciques sont liées à la présence :
  - ✓ d'engins générant d'une part des gaz et particules issues de la combustion et, d'autre part, de la mise en suspension dans l'air des poussières issues du roulage (PM10 et PM2,5) ;
  - ✓ de stocks de matériaux à l'air libre qui, sous l'action du vent, sont sources de poussières par mise en suspension dans l'air ;
- les diverses sources fixes génèrent des gaz et des poussières canalisées et filtrées lorsque nécessaires (émissaires, cheminées).

Les quantités et natures des rejets atmosphériques conventionnels, ainsi que les mesures de réduction des incidences associées, sont présentées dans les volumes 2 et 4 de la pièce 6 « Étude d'impact du projet global Cigéo » (31).

13

La gestion des déchets induits

13.1 Les principes généraux de gestion des déchets induits 750
13.2 Les moyens de gestion des déchets induits conventionnels 753
13.3 Les moyens de gestion des déchets radioactifs induits 759

13.1 Les principes généraux de gestion des déchets induits

Le titre IV du livre V du code de l'environnement relatif à la prévention des pollutions, des risques et des nuisances impose notamment que la gestion des déchets repose sur les principes suivants :

- la limitation de la production de déchets ;
- la traçabilité ;
- la prévention, en particulier lors des phases d'entreposage ;
- la préparation en vue du réemploi ;
- le recyclage ;
- la valorisation et/ou l'élimination vers des centres agréés.

Leur mise en œuvre permet de se conformer à l'arrêté INB (2), art. 6.1, II., stipulant que « *l'exploitant prend toutes dispositions, dès la conception, pour prévenir et réduire, en particulier à la source, la production et la nocivité des déchets produits dans son installation.* ». Leur mise en œuvre permet de se conformer à l'arrêté INB, art. 6.1, II., stipulant que « *l'exploitant prend toutes dispositions, dès la conception, pour prévenir et réduire, en particulier à la source, la production et la nocivité des déchets produits dans son installation.* ».

La conception de l'INB est basée sur les trois principes cités précédemment : collecter, identifier et entreposer avant envoi vers les filières appropriées de réemploi, de valorisation ou d'élimination (cf. Chapitre 13.3.4 du présent volume) des déchets induits, qu'ils soient conventionnels ou radioactifs.

Les principes déployés sont présentés ci-après, en fonction de la nature des différents déchets.

13.1.1 Les locaux recueillant les déchets induits

Les déchets induits, issus de l'exploitation de l'INB, sont collectés et traités dans des locaux dédiés au sein des installations, à savoir les ateliers de maintenance, le bâtiment nucléaire de surface EP1, le hangar de maintenance du locotracteur, les ouvrages de têtes de descenderie colis et de descenderie de service et les ouvrages souterrains.

13.1.2 Le zonage déchets

13.1.2.1 Les objectifs et la détermination des différents types de zones

Le zonage déchets repose sur la notion d'origine géographique du déchet, il propose une partition de l'INB entre les lieux ou espaces où les déchets produits :

- pour les déchets conventionnels, des zones à déchets conventionnels (ZDC) ou « zones à déchets conventionnels à vigilance » ;
- pour les déchets contaminés, activés ou susceptibles de l'être, des zones à production possible de déchets nucléaires (ZppDN).

Tout déchet issu de zones à production possible de déchets nucléaires est géré à travers une filière de traitement et/ou de stockage adaptée au risque radiologique, même si son niveau de contamination par des substances radioactives est très faible, voire inexistant.

Conformément à l'arrêté du 1 juillet 2015 portant homologation de la décision n° 2015-DC-0508 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les installations nucléaires de base (32), et au guide n° 23 de l'ASN relatif à l'établissement et à la modification du plan de zonage déchets des installations nucléaires de base (33), une zone à production possible de déchets nucléaires peut englober un ou plusieurs locaux, ou

seulement une partie d'un local lorsqu'il est possible de démontrer que la contamination reste bien limitée à cette partie du local, ou encore un autre type d'espace physique délimité par des barrières physiques (telles que les canalisations, les cuves, etc.). Une zone peut également correspondre à une aire extérieure, qu'elle soit aménagée ou non.

13.1.2.2 Les zones à production possible de déchets nucléaires

Les déchets issus d'une zone à production possible de déchets nucléaires (ZppDN) sont gérés comme des déchets induits radioactifs (sauf s'il est démontré qu'ils n'ont pu, en aucune façon et à aucun moment, être contaminés ou activé, cf. (33)) . Il s'agit de déchets pouvant être de moyenne activité (MA), de faible activité (FA) ou de très faible activité (TFA). Les règles de gestion applicables à ces zones assurent la non-diffusion de la contamination ou d'éléments activés vers l'extérieur.

Ces zones et les accès à ces zones sont systématiquement balisés. Le zonage déchet au sein du bâtiment nucléaire de surface est illustré sur les figures ci-dessous (Figure 13-1 ; Figure 13-2 ; Figure 13-3).

Figure 13-1 *Illustration du zonage déchets du bâtiment nucléaire de surface EP1, de l'ouvrage de déchargement des emballages à déchargement horizontal (ETH) et de la tête de descenderie colis – niveau +0 m*

Figure 13-2 *Illustration du zonage déchets du bâtiment nucléaire de surface EP1, de l'ouvrage de déchargement des emballages à déchargement horizontal (ETH) et de la tête de descenderie colis - (niveau +6 m)*

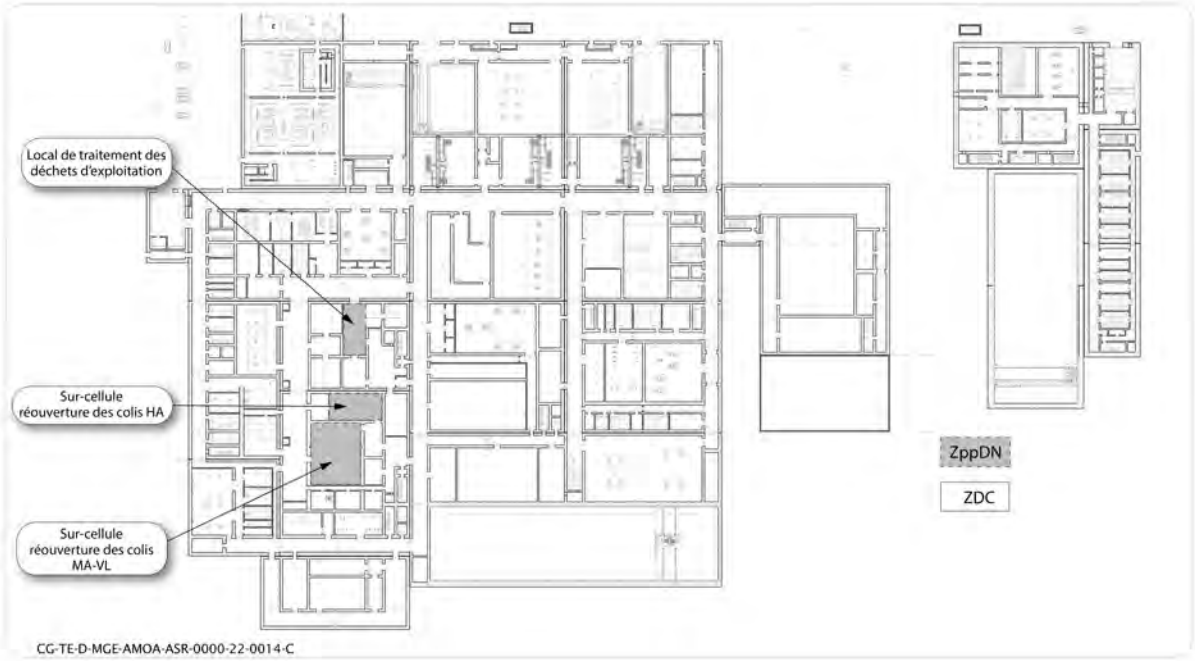


Figure 13-3 *Illustration du zonage déchets du bâtiment nucléaire de surface EP1, de l'ouvrage de déchargement des emballages à déchargement horizontal (ETH) et de la tête de descenderie colis – (niveau +12 m)*

Les zones à production possible de déchets nucléaires au sein de l'installation souterraine se limite à la zone comprennant les volumes internes des réseaux d'extraction et de filtration de l'air des alvéoles MA-VL jusqu'au DNF.

Les cas particuliers des alvéoles HA et des alvéoles MAVL sont traités dans le chapitre 13.1.2.3.

13.1.2.3 La zone à déchets conventionnels

Les zones à déchets conventionnels (ZDC) sont les zones de l'installation n'ayant pas été définies en tant que zones à production possible de déchets nucléaires. Les déchets dans ces zones ne sont par conséquent ni activés, ni contaminés, ni susceptibles de l'être. Ils sont dits « conventionnels » et sont regroupés, tout de même après un contrôle radiologique en avant d'être évacués de l'INB, dans une déchetterie industrielle conventionnelle située sur le site avant d'être dirigés vers les filières autorisées adaptées.

Dans les ouvrages concernés par des activités nucléaires (bâtiments nucléaires de surface, zone en exploitation de l'installation souterraine), ces zones et les accès à ces zones sont systématiquement indiquées par le symbole « ZDC » ou un symbole équivalent.

Dans les installations conventionnelles (bâtiments conventionnels, zone bureaux conventionnels des ouvrages nucléaires, aires extérieures non concernées par des activités nucléaires) aucun balisage n'est requis. Bien que conventionnels, les déchets produits dans ces zones subissent un contrôle radiologique en sortie de l'INB (portique véhicule).

Le traitement des déchets issus de ces zones est présenté au chapitre 13.2 du présent volume.

Les alvéoles HA et les alvéoles MA-VL sont un cas particulier. Ils sont classés ZDC « à vigilance » selon la nomenclature du guide n° 23 de l'ASN (33). Les contrôles systématiques des colis de déchets radioactifs destinés au stockage et les dispositions de surveillance des alvéoles permettent de justifier ce classement (avec des contrôles des aérosols en sortie de gaine des alvéoles MA-VL et des contrôles des outils et opérateurs en sortie de cellule de manutention, et une collecte et un contrôle des eaux d'exhaure des alvéoles HA). Par ailleurs, en ce qui concerne les alvéoles de stockage HA, les eaux d'exhaure collectées, font l'objet d'un contrôle d'absence de contamination et sont considérées par précaution comme des effluents non-conventionnels. Ils suivent la filière adaptée à ce type d'effluents, même en cas de contrôle négatif de contamination.

13.2 Les moyens de gestion des déchets induits conventionnels

Les principes et les moyens de gestion des déchets induits conventionnels liés à l'exploitation et la maintenance de l'installation souterraine et en surface sont présentés dans ce chapitre. Les moyens de gestion des déchets induits liés au démantèlement des installations et à la fermeture de l'INB Cigéo sont restitués au chapitre 15 du présent volume.

13.2.1 Les déchets induits conventionnels produits dans l'installation souterraine

Les zones exploitation et travaux en souterrain étant totalement indépendantes, les déchets conventionnels produits dans chaque zone sont gérés séparément.

Les déchets générés au fond sont collectés et conditionnés avant d'être transportés jusqu'au local d'entreposage temporaire des déchets induits dédiés dans chaque zone de soutien logistique (ZSLE ou ZSLT selon leur provenance).

13.2.1.1 Les déchets induits conventionnels produits dans la zone travaux de l'installation souterraine

Les déchets produits dans la zone travaux de la zone puits et collectés dans le local dédié en ZSLT sont transférés *via* le puits matériels et matériaux en zone puits jusqu'à un point de collecte situé sur la zone de stockage des matériaux, avant d'être transportés jusqu'à la déchetterie industrielle conventionnelle en zone puits (cf. Figure 13-4).

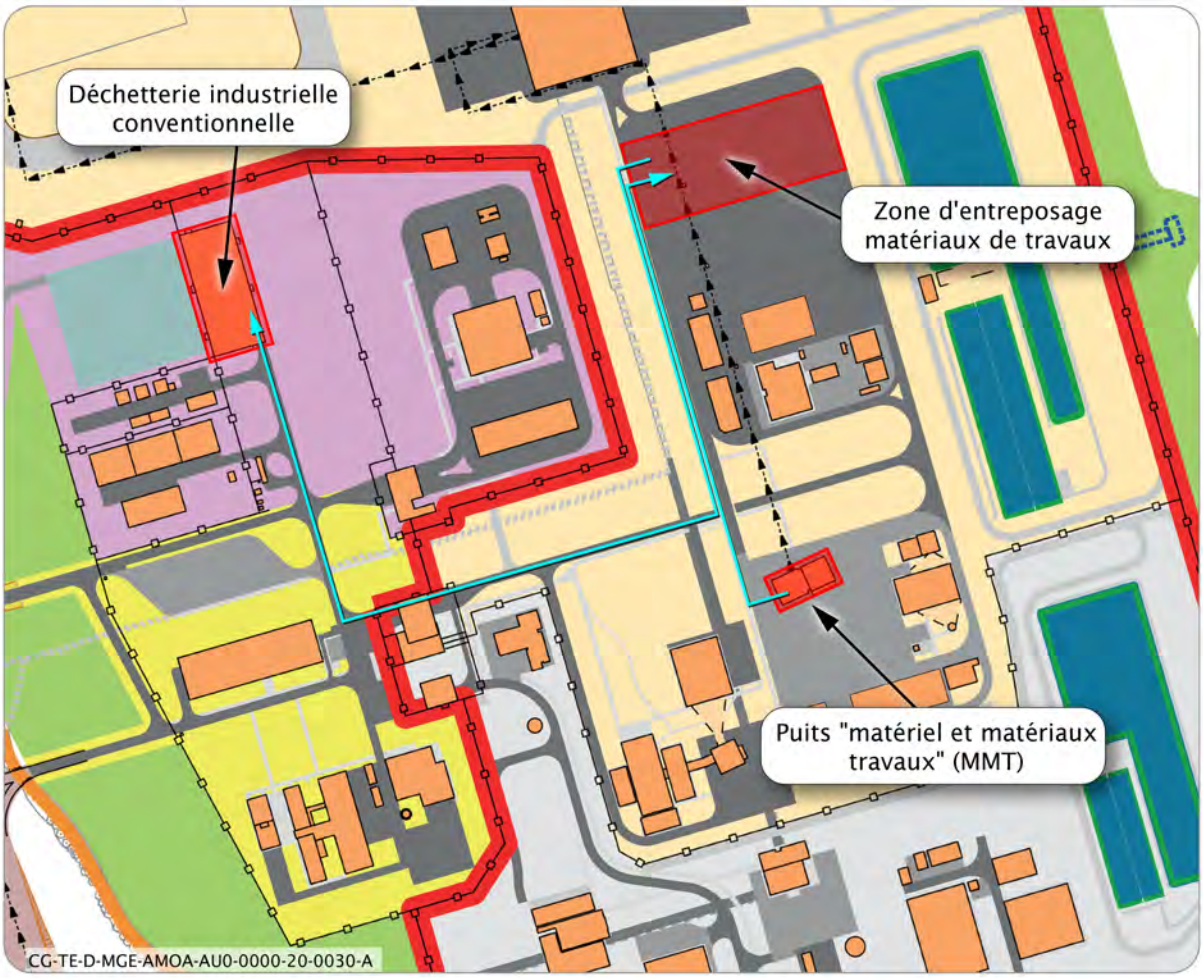


Figure 13-4 *Illustration de l'acheminement des déchets conventionnels induits en zone puits travaux*

13.2.1.2 Les déchets induits conventionnels produits dans la zone exploitation de l'installation souterraine

Les déchets produits dans la zone exploitation et collectés dans le local dédié de la ZSLE sont transférés en surface *via* la descenderie de service (cf. Figure 13-5).

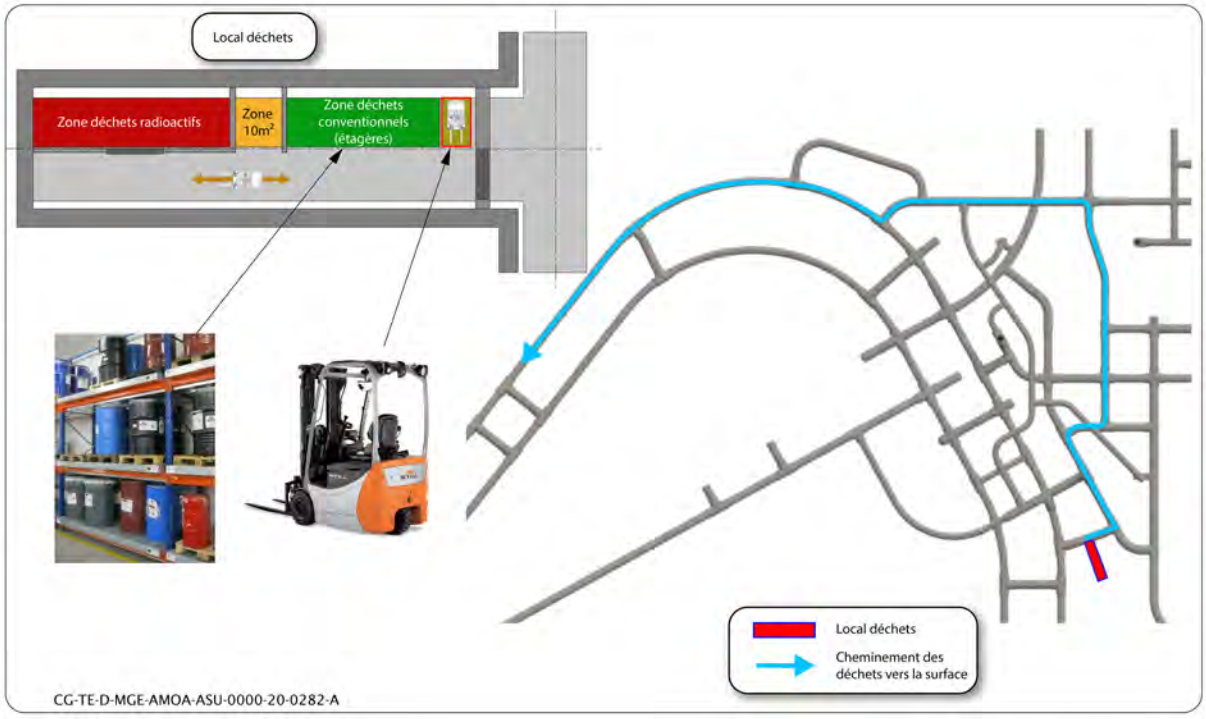


Figure 13-5 *Illustration de l'acheminement des déchets conventionnels induits regroupés dans le local déchet en ZSL Exploitation en souterrain jusqu'à la descenderie de service*

Les déchets sont ensuite transportés jusqu'à l'atelier de maintenance en surface depuis la tête de descenderie de service pour un entreposage temporaire, avant transfert vers la déchetterie industrielle conventionnelle, avant expédition vers la filière appropriée de gestion (cf. Figure 13-6).

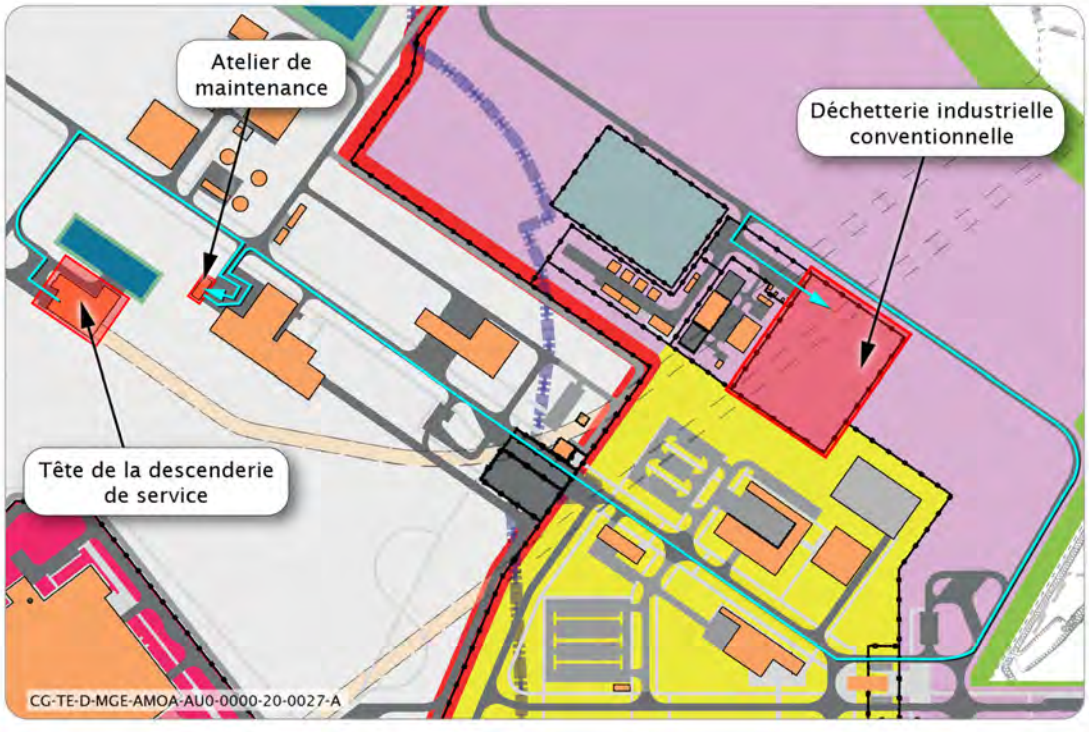


Figure 13-6 *Illustration de l'acheminement des déchets conventionnels d'exploitation induits en zone descenderie*

Les déchets induits conditionnés en colis sont soumis à un contrôle radiologique avant leur évacuation de l'installation souterraine. Un contrôle radiologique des véhicules est également effectué systématiquement au moyen d'un portique véhicule de détection d'activité situé en amont de la porte d'accès au sas de contrôle au niveau de la tête de descenderie de service. Ce contrôle autorise l'évacuation des déchets jusqu'à l'atelier de maintenance.

Lors des phases de jouvence, les déchets produits peuvent avoir des dimensions hors gabarit ne permettant pas un entreposage dans le local déchets en zone de soutien logistique exploitation. Ces déchets sont collectés et transportés vers l'atelier de maintenance *via* la descenderie de service. Les moyens de manutentions et de transport sont adaptés en conséquence et mis en œuvre par les entreprises intervenantes.

Les moyens de manutention et de transport pour ces déchets sont ceux utilisés pour l'exploitation et présentés au chapitre 13.2.3 du présent volume).

13.2.2 Les déchets induits conventionnels produits dans les zones de surface

13.2.2.1 Les déchets induits conventionnels produits dans la zone descenderie

13.2.2.1.1 Les déchets induits conventionnels produits en zone bâtiment nucléaire EP1et en zone exploitation

Les déchets générés dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 et en zone exploitation sont conditionnés et transférés vers un entreposage temporaire de regroupement situé au niveau de l'atelier de maintenance, avant d'être transférés vers la déchetterie industrielle conventionnelle de la zone descenderie.

13.2.2.1.2 Les déchets induits conventionnels produits dans la zone du terminal ferroviaire nucléaire

Les déchets produits dans la zone du terminal ferroviaire nucléaire sont regroupés dans le hangar de maintenance locotracteur. Ils sont ensuite transportés pour regroupement et traitement dans la déchetterie industrielle conventionnelle de la zone descenderie.

13.2.2.2 Les déchets induits conventionnels produits dans la zone puits

13.2.2.2.1 Les déchets induits conventionnels produits en zone travaux

Les déchets produits dans la zone travaux de la zone puits sont triés, collectés et regroupés sur la zone de stockage des matériaux, avant d'être transportés jusqu'à la déchetterie industrielle conventionnelle en zone puits (cf. Figure 13-4).

13.2.2.2.2 Les déchets induits conventionnels produits en zone d'exploitation

Les déchets produits dans la zone exploitation sont triés, collectés et entreposés dans un local dédié situé dans l'atelier de maintenance de la zone exploitation.

Ces déchets sont ensuite transportés depuis ce local vers le bâtiment déchetterie industrielle conventionnelle en zone puits où ils sont entreposés (cf. Figure 13-7).

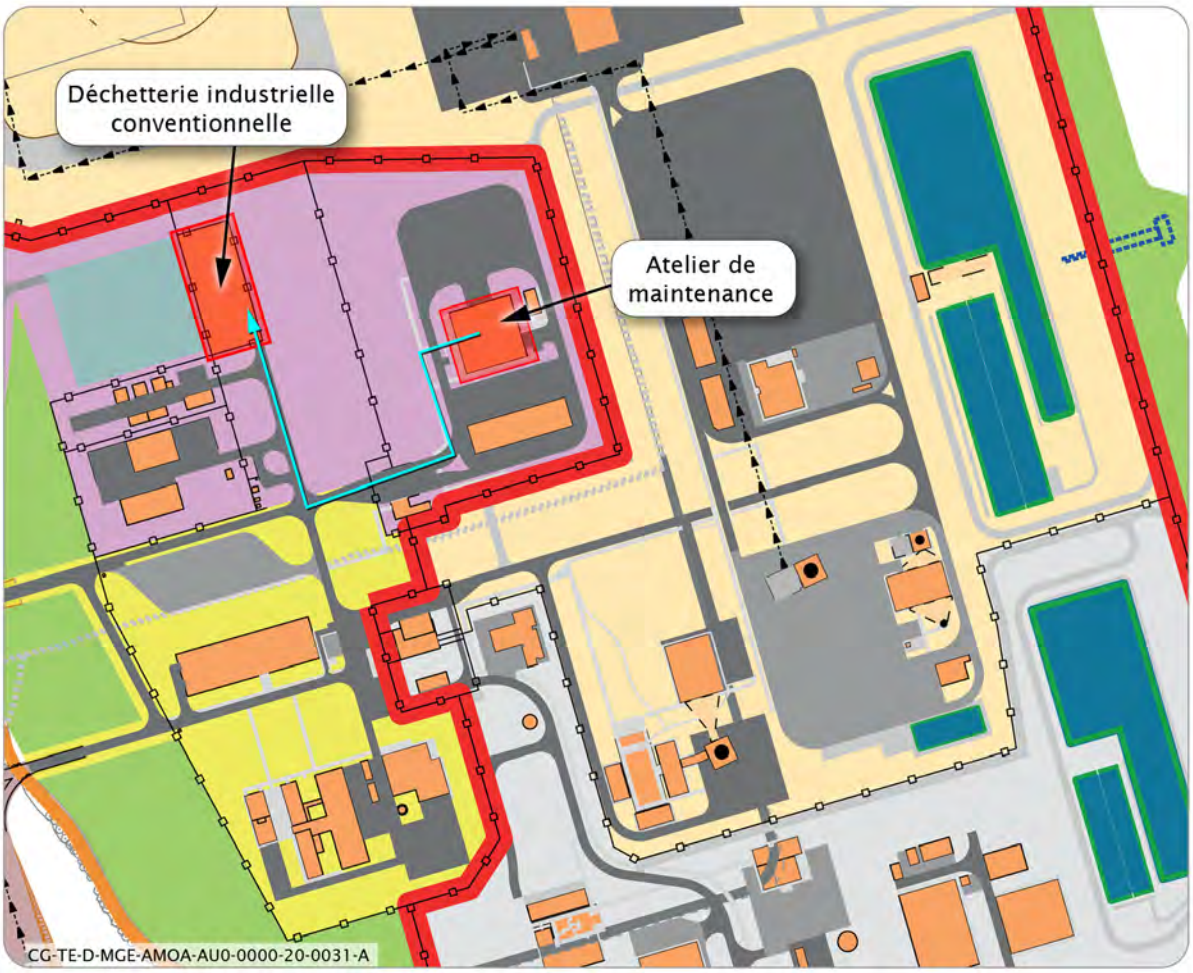


Figure 13-7 *Illustration de l'acheminement des déchets induits conventionnels produits en zone exploitation de la zone puits*

13.2.3 Les moyens de manutention et de transport pour la gestion des déchets induits conventionnels

Les moyens de manutention et de transport sont adaptés en fonction des zones de production des déchets :

- pour les déchets induits conventionnels produits en souterrain, les moyens de manutention sont de type chariots élévateurs, transpalettes adaptés au milieu souterrain. Ils sont stationnés dans le local déchets induits de l'installation souterraine et permettent de placer les déchets conventionnels sont les moyens de transfert permettant leur acheminement en surface. Ces moyens de transfert sont adaptés au milieu souterrain et compatibles avec les besoins de transport ensuite en surface en tant que de besoin (cf. Figure 13-8) ;

Figure 13-8 *Photographies d'exemples de moyens de manutention et de transfert des déchets induits conventionnels produits en souterrain*

- pour les déchets conventionnels produits ou transportés en surface : les moyens de manutention et de transport sont de type transpalette, chariots-élévateurs, véhicules de transport (cf. Figure 13-9).

Figure 13-9 *Photographies d'exemples de moyens de manutention et de transport des déchets induits conventionnels produits en surface*

13.3 Les moyens de gestion des déchets radioactifs induits

13.3.1 La présentation des déchets radioactifs induits

Des déchets radioactifs solides sont potentiellement générés au cours des opérations d'exploitation et de maintenance suivantes :

- la réalisation des contrôles de non-contamination des emballages de transport et des colis lors du process nucléaire ;
- les éventuelles opérations de décontamination des emballages de transport, des colis primaires et des colis de stockage ;
- la réouverture d'un colis de stockage HA ou MA-VL : dans le cas d'une nécessité de réouverture, les conteneurs vides issus de la réouverture de colis de stockage pour reprise du colis primaire sont mis au gabarit par des procédés mécaniques, afin de pouvoir être conditionnés dans des caissons de volumétrie adaptée, dans le local de traitement des déchets d'exploitation et de maintenance ;
- certains échantillons d'analyses issus des laboratoires d'analyse ;
- la maintenance et jouvence des équipements en zones à production possible de déchets nucléaires ;
- la maintenance de la ventilation nucléaire (et notamment le remplacement des filtres THE) des ouvrages nucléaires de surface et des ouvrages souterrains en exploitation.

Les déchets issus des zones à production possible de déchets nucléaires sont classés selon les cinq catégories suivantes présentées avec des exemples de déchets :

- gravats : jouvence ou issus de la réouverture des colis de stockage MA-VL (pour les conteneurs béton) ;
- métalliques compactables : issus de l'ébavurage des colis de stockage HA ou du carottage des vis bloquées de conteneur ;
- métalliques non compactables : issus de la réouverture des colis de stockage HA soudés non-conformes (conteneur acier), de la maintenance dans les zones de production possible de déchets nucléaires (maintenance CFI/CC, maintenance mécanique, maintenance diverse) ;
- non métalliques compactables : il s'agit des déchets technologiques et des filtres ;
- effluents (cf. Chapitre 12.1.1 du présent volume).

13.3.2 La gestion des déchets radioactifs induits produits dans l'installation souterraine

L'installation souterraine comprend des moyens permettant de :

- collecter les déchets radioactifs induits produits dans les zones ZppDN (zone à production possible de déchets nucléaires) de l'installation souterraine ;
- entreposer les déchets induits dans le local déchets induits de l'installation souterraine avant leur acheminement en surface ;
- transférer les déchets induits dans le local de gestion des déchets d'exploitation radioactifs du bâtiment nucléaire de surface EP1.

13.3.2.1 La collecte des déchets induits produits

Les déchets solides générés liés à l'exploitation de l'installation souterraine sont collectés en divers endroits (chaque zone ZppDN dispose d'une aire où sont positionnés des fûts en phase de remplissage). Les déchets radioactifs solides sont conditionnés en saches vinyle étanche placées dans ces fûts de déchets en respectant leur nature (tri à la source). Les fûts générés dans chaque zone à production possible de déchets nucléaire sont contrôlés et ensuite transférés jusqu'au local d'entreposage des déchet induits de la zone de soutien logistique exploitation (cf. Figure 13-5).

De petites quantités de déchets radioactifs peuvent être produites en tête de puits ventilation air frais exploitation au niveau des vestiaires. Bien que cela soit en surface, le parcours préférentiel est de conditionner ces petites quantités de déchets et de les transférer en souterrain jusqu'au local d'entreposage des déchets induits de la zone de soutien logistique exploitation. Auquel cas ils sont préconditionnés (sous sache vinyle) et contrôlés avant transfert.

13.3.2.2 Le local d'entreposage dans l'installation souterraine

Au sein du local d'entreposage des déchets induits de la ZSLE, les déchets radioactifs sont entreposés dans des sous-espaces séparés physiquement des autres déchets collectés. Préalablement à toute évacuation de fût de déchets depuis ce local, les opérations suivantes sont effectuées :

- un contrôle de non-contamination ;
- une identification des fûts de déchets.

Lorsque la quantité de fûts est suffisante, ceux-ci sont placés sur un moyen de transfert permettant de les évacuer (cf. Chapitre 13.2.3 du présent volume) *via* la descenderie de service.

13.3.2.3 Le flux de déchets radioactifs induits produits dans l'installation souterraine

Le transport des fûts de déchets induits par le souterrain depuis la ZSLE jusqu'au sas camion de l'installation nucléaire de surface EP1 est décrit au chapitre 14.2.2 du présent volume.

La figure 13-10 représente le cheminement des fûts de déchets induits transférés depuis le souterrain jusqu'au local d'entreposage des déchets induits du bâtiment nucléaire de surface EP1.

Les étapes sont les suivantes :

- le camion de transport de déchets entre dans le sas camion ;
- les fûts sont déchargés par chariots à fourche vers le local de contrôle des déchets (contrôles, caractérisation, étiquetage) ;
- les futs sont ensuite dirigés vers le local d'entreposage des déchets induits dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 en attente d'un transport vers les filières décrites au chapitre 13.3.4 du présent volume.

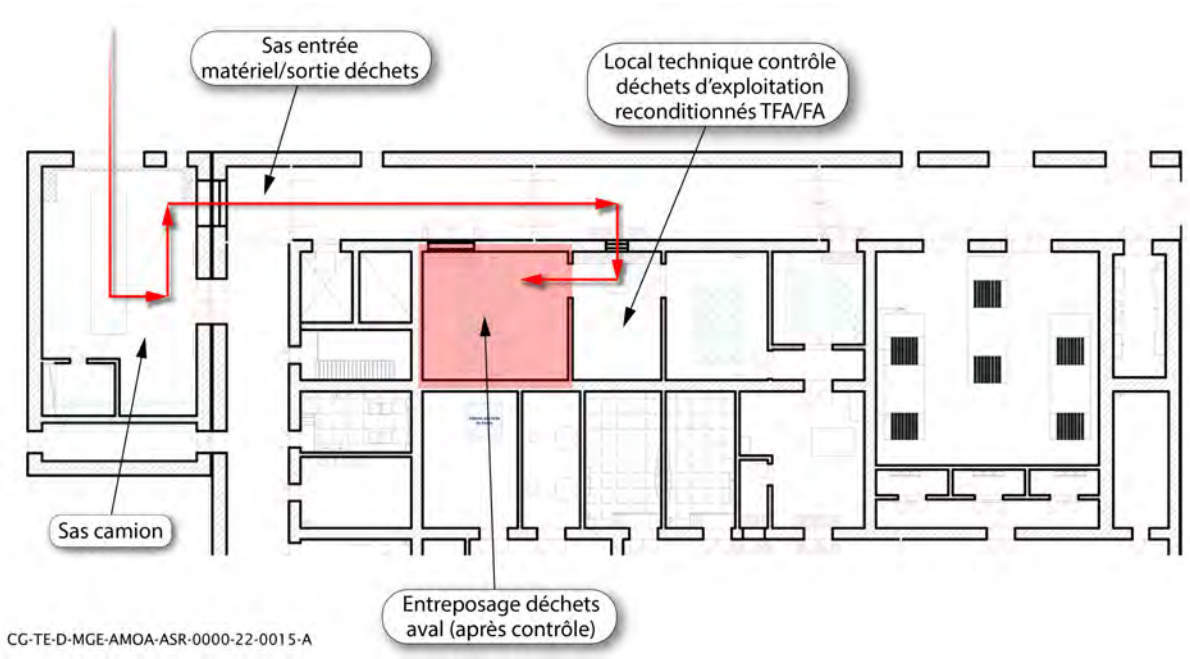


Figure 13-10 *Illustration du cheminement des fûts de déchets induits dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 vers le local d'entreposage des déchets avant évacuation vers les filières dédiées*

13.3.3 La gestion des déchets radioactifs induits dans le bâtiment nucléaire de surface

Le bâtiment nucléaire de surface EP1 comprend des moyens permettant de :

- collecter les déchets radioactifs induits produits dans les zones ZppDN (zone à production possible de déchets nucléaires) du bâtiment ;
- caractériser et conditionner les déchets induits ;
- entreposer les déchets induits ;
- transférer les déchets induits générés vers une filière adaptée.

13.3.3.1 La collecte des déchets radioactifs induits du bâtiment nucléaire de surface

De même que pour l'installation souterraine, chaque zone à production possible de déchets nucléaire du bâtiment est dotée d'une aire sur laquelle des fûts sont positionnés afin de collecter les déchets suivant leur nature. Ces déchets sont préalablement mis en sacs vinyles puis déposés dans les fûts (ou dans de petits conteneurs dans le cas de faibles quantités). Lorsque les fûts ou petits conteneurs sont remplis, ceux-ci-sont contrôlés avant d'être acheminés vers les locaux de conditionnement des déchets du bâtiment (cf. Figure 13-11) qui sont localisés au niveau +12 m à proximité du sas camion.

La manutention est réalisée par des chariots de manutention ou par le personnel directement pour les petits conteneurs. Le cheminement est réalisé *via* les couloirs qui assurent une circulation horizontale ainsi que deux monte-charges et un ascenseur qui permettent les circulations verticales (cf. Figure 13-12).

Le monte-charge matériels permet d'acheminer les fûts par chariot de manutention ; il dessert les niveaux 0 m, +6 m et +12 m. Le monte-charge d'évacuation des conteneurs permet de transférer les conteneurs vidés de leur contenu suite à une réouverture vers le niveau +12 m afin d'être traités en tant que déchet. L'ascenseur personnel en zone contrôlée permet également les transferts de petits conteneurs.

13.3.3.2 Le conditionnement des déchets induits

Le conditionnement des déchets consiste à réaliser des opérations préliminaires sur les déchets induits :

- tri des déchets par nature ;
- caractérisation radiologique ;
- mise en conteneurs adaptés aux déchets.

Les locaux permettant de réaliser ces différentes opérations sont situés dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 et regroupés au niveau +12 m (cf. Figure 13-11).

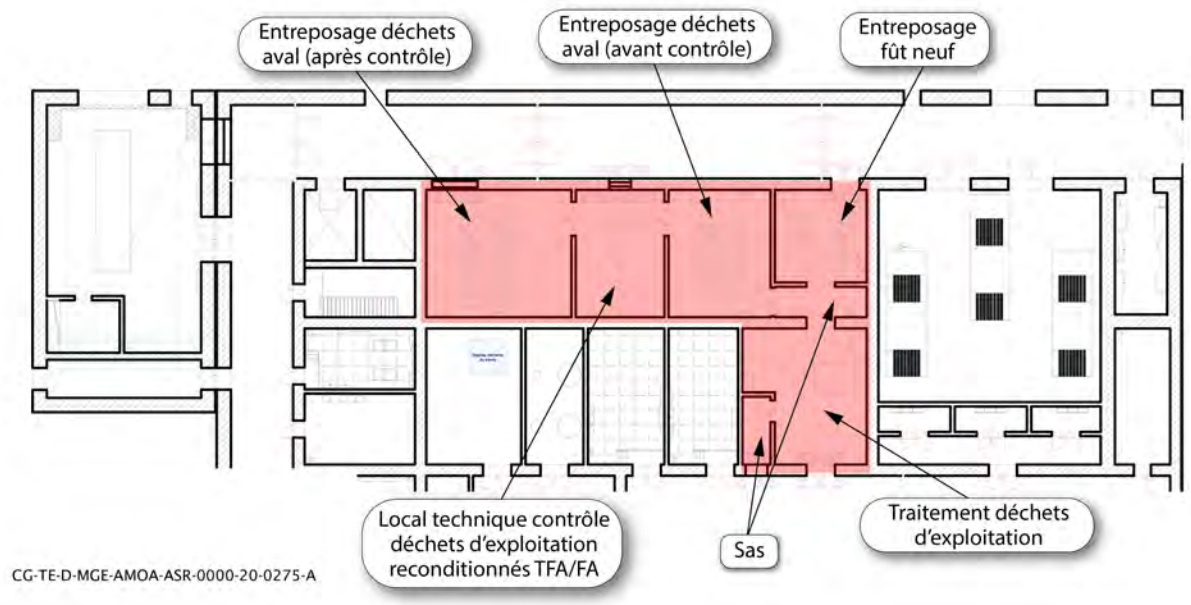


Figure 13-11 *Illustration des locaux de conditionnement des déchets induits dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 niveau +12 m*

Les déchets suivent le cheminement suivant (cf. Figure 13-12) :

- introduction des déchets dans le local de traitement des déchets. Ce local comprend une table de tri permettant le tri et le reconditionnement des déchets qui n'ont pas pu être triés par nature sur leur lieu de production (saches vinyles de consommables, outillages et pièces usagées issues de zones à production possible de déchets nucléaires).. Les déchets nucléaires sont conditionnés dans des conteneurs spécifiques en fonction de leur nature. Les principaux types d'emballages employés sont les suivants : big-bag, fûts métalliques et polyéthylène haute densité (PEHD), casiers et caissons. Les colis ainsi finis respectent les spécifications d'acceptation des filières cibles définies au chapitre 13.3.4 du présent volume ;
- transfert vers le local d'entreposage avant caractérisation des fûts ou conteneurs constitués . Ce local est séparé du local de traitement par un sas. Il constitue un tampon process pour permettre de réaliser la caractérisation des colis qui se font unitairement, tout en protégeant les mesures du bruit de fond des colis environnants ;

- transfert vers le local de contrôle des fûts ou conteneurs. Ce local est dédié au contrôle des déchets nucléaires induits et est équipé des moyens de mesures suivants : balance, spectrométrie gamma en rotation, lecteur de code barre, matériel de mesure de radioprotection portable (contaminamètres, débitmètres, etc.). Tous les colis de déchets radioactifs induits subissent un contrôle radiologique : mesure de débit de dose et mesure de la contamination surfacique non fixée. Lorsque le déchet est caractérisé et que les données sont compatibles avec les critères d'acceptation de l'exutoire, le colis est acheminé vers le local d'entreposage en attente d'évacuation vers l'exutoire (cf. Chapitre 13.3.4 du présent volume) ;
- transfert vers le local d'entreposage des fûts ou conteneurs contrôlés avant expédition vers les filières externes adaptées (cf. Chapitre 13.3.4 du présent volume). Dans ce local d'entreposage, les fûts ou conteneurs de déchets induits sont entreposés au sol sur des palettes. Les transports sont organisés afin de regrouper une quantité suffisante de fûts ou de conteneurs de déchets vers la filière destinataire. Pour l'expédition, les fûts ou conteneurs de déchets sont acheminés jusqu'au sas camion avec les moyens de manutention adaptés à leurs masses (chariot transpalettes, chariots à fourches).

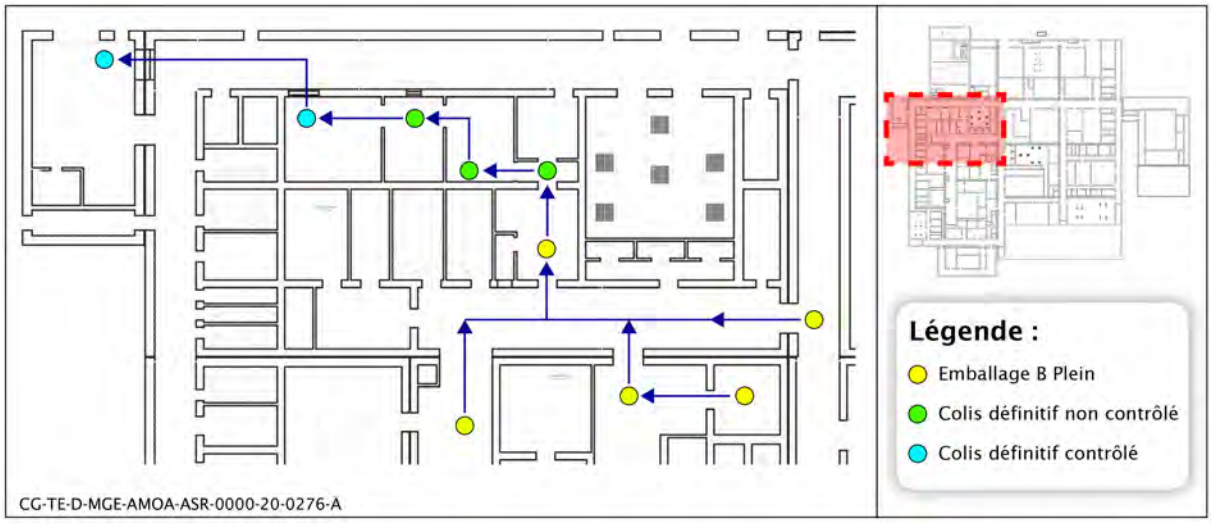


Figure 13-12 *Schéma de principe du traitement d'un colis de déchets dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 niveau +12 m*

13.3.4 Les filières des déchets induits

Les types de conditionnements prévus en fonction de la catégorie du déchet produit avec les filières correspondantes sont illustrés sur la figure 13-13.

Compte tenu de la durée séculaire de l'exploitation de l'installation, la classification des déchets présentée dans la figure est une projection. Elle pourra faire l'objet d'une réévaluation en fonction des filières disponibles à date.

En fonction de la catégorie et du conditionnement choisis, les déchets (TFA ou FA) peuvent être expédiés par exemple vers les installations du Cires ou du CSA dans l'Aube ou sur Socodei Centraco à Marcoule. Dans le cas des déchets FA-VL ou MA-VL produits sur place, ils seraient conservés en vue d'un stockage sur l'INB Cigéo.

Pour ce qui concerne les effluents liquides non conventionnels, le cheminement est globalement similaire. Le transfert est réalisé en cuves qui sont ensuite entreposées dans le bâtiment nucléaire de surface EP1. Ces effluents sont ensuite dépotés dans un camion-citerne adapté pour les transporter vers leur filière de gestion, de type STEL (station de traitement effluent liquide) agréé pour le traitement de déchets de type FA/TFA. De telles installations sont opérationnelles sur les centres de Marcoule et de la Hague par exemple.

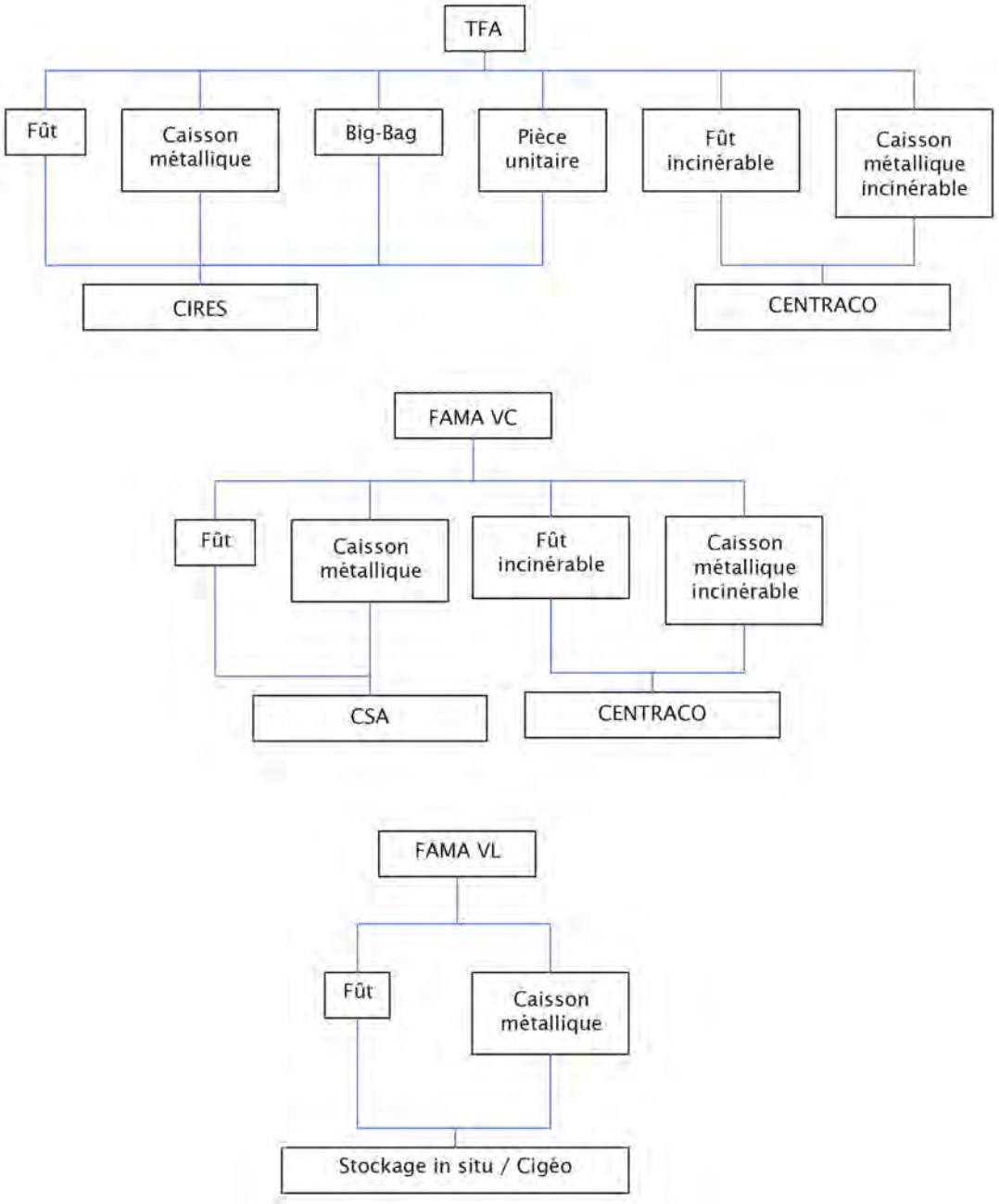


Figure 13-13 *Exemples de conditionnements possibles des déchets et filières d'évacuation des déchets radioactifs de l'INB Cigéo*

14

Les transports internes

14.1 La réglementation spécifique à l'INB 766
14.2 Les substances radioactives 766
14.3 Les autres substances dangereuses 769

L'objet de ce chapitre est de décrire les opérations de transport de substances dangereuses, dont les substances radioactives, menées sur les voies routières et ferrées privées de l'INB.

14.1 La réglementation spécifique à l'INB

Les opérations de transports de marchandises dangereuses réalisées dans le périmètre de l'INB sont qualifiées d'opérations de transports internes au sens de l'article 1.3 de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base à savoir (2) :

« *opération de transport interne : opération transport de marchandises dangereuses réalisée dans le périmètre d'une installation nucléaire de base à l'extérieur des bâtiments et des parcs d'entreposage ou opération concourant à sa sûreté y compris à l'intérieur des bâtiments et des parcs d'entreposage* ».

Elles sont menées en tenant compte (article 8.2.1) :

- « *des contraintes dues à la coactivité induite par la circulation de véhicules ;*
- *des caractéristiques des voies de circulation utilisées et de leur environnement ;*
- *des conditions opérationnelles de réalisation des transports ;*
- *des facteurs organisationnels et humains.* ».

Et doivent respecter (article 8.2.2) :

« *soit les exigences réglementaires applicables aux transports de marchandises dangereuses sur la voie publique, soit les exigences figurant dans les règles générales d'exploitation mentionnées au 2° du II de l'article 20 du décret du 2 novembre 2007 susvisé, dans les règles générales de surveillance et d'entretien mentionnées au 10° du II de l'article 37 du même décret ou dans les règles générales de surveillance mentionnées au 10° du II de l'article 43 du même décret.* »

Le chapitre s'articule en deux parties, la première dédiée aux substances radioactives et la seconde aux autres substances dangereuses. Dans ces deux parties, les flux prévisionnels de transport sont présentés.

14.2 Les substances radioactives

Les principales opérations de transport de marchandises, en particulier de substances radioactives, sur l'INB concernent les colis de transport de colis de déchets radioactifs expédiés par voie publique (voie ferrée et voie routière), depuis les installations d'entreposage des producteurs de déchets.

Des flux secondaires existent toutefois. Ils concernent les déchets radioactifs induits, c'est à dire produits pendant l'exploitation de l'installation nucléaire. Ces derniers sont des déchets de moyenne, faible ou très faible activité (MA/FA/TFA) qui ne sont pas nécessairement destinés à être stockés sur l'INB Cigéo mais qui peuvent être traités puis stockés sur des centres spécifiquement dédiés à cette typologie de déchets. Les traitements et stockages dans des filières externes au site génèrent par conséquent des flux de transport depuis l'INB Cigéo vers ces centres localisés sur le territoire national.

14.2.1 La réception des colis de déchets radioactifs

L'illustration de la chronique prévisionnelle de livraison de déchets est présentée en annexe 3 de la note « Inventaire de référence retenu pour la conception et la démonstration de sûreté de l'INB Cigéo au stade des études d'avant-projet » (34). Les emballages de transports sont définis dans l'annexe 4 de la même note.

Les colis primaires sont transportés dans des emballages de transport conformément aux exigences règlementaires applicables aux transports de substances radioactives sur la voie publique (16, 17). Le

type d'emballage de transport au sens de la réglementation sur la voie publique applicable est adapté aux risques induits par les colis primaires sur l'INB.

Pour la première mise en service (en tranche 1), seuls les emballages à déchargement vertical transportant des colis de déchets MA-VL et certains colis de déchets de haute activité (certains colis HA0) sont prévus d'être réceptionnés dans le bâtiment nucléaire de surface EP1. Lors de la mise en service de tranches ultérieures, des emballages à déchargement horizontal dédiés au transport d'autres types de colis MA-VL pourront être réceptionnés dans l'ouvrage de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal (ETH) et d'autres emballages à déchargement vertical transportant les colis de déchets de haute activité pourront être réceptionnés dans le bâtiment nucléaire de surface EP2 (à l'horizon 2080).

Le nombre prévisionnel d'emballages de transport à recevoir sur l'INB Cigéo est de l'ordre de 28 500 pendant l'ensemble des phases de vie. Le flux maximum annuel d'emballages de transport réceptionnés (susceptible d'évoluer suivant la conception des futurs emballages) est :

- de l'ordre de 600 pour le bâtiment EP1 ;
- de l'ordre de 220 pour le bâtiment ETH.

Compte tenu de la durée prévisionnelle du désentreposage des colis de déchets, tous les emballages nécessaires au transport des différents types de colis de déchets n'ont pas été définis à ce jour. Il appartient aux producteurs de déchets de les définir au regard de la règlementation qui sera en vigueur à la date des opérations de transport.

Par ailleurs, l'utilisation d'emballages alternatifs reste ouverte dans le cadre du développement progressif de l'INB, compte tenu d'une part, des évolutions possibles de la réglementation et des possibilités de prorogation des agréments des modèles d'emballage de transport sur une longue période, d'autre part de la recherche d'optimisations pour certains emballages des producteurs.

Le flux prévisionnel de convois ferrés s'établit à ce stade à un maximum d'environ 80 convois par an. Ce flux est estimé sur la base d'une hypothèse de 10 wagons par convoi chargés chacun d'un seul emballage de transport.

Le flux prévisionnel de transport de colis de déchets par voie routière est très limité dans son intensité et sa durée du fait de quantités de colis de déchets à réceptionner faibles. Il ne concerne qu'un seul site producteur isolé, lequel ne dispose pas d'embranchement à une voie ferrée.

14.2.2 La gestion des déchets radioactifs induits

14.2.2.1 Au sein de l'INB

Au sein de l'INB, des déchets radioactifs sont générés de par le fonctionnement des installations ; leur gestion est détaillée dans les chapitres 12 et 13 du présent volume.

Les déchets générés dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 sont regroupés dans le local d'entreposage des déchets induits du bâtiment (cf. Chapitre 13.3.2.2 du présent volume), en attente d'une expédition vers l'exutoire final.

Les déchets radioactifs produits dans l'installation souterraine sont transférés depuis le point de collecte situé dans le local d'entreposage des déchets induits de la zone de soutien logistique exploitation jusqu'en surface dans le local d'entreposage des déchets induits du bâtiment nucléaire de surface EP1. Leur transfert est géré de la manière suivante :

- six fûts de déchets maximum sont pris en charge dans le local d'entreposage de la zone de soutien logistique par un camion électrique (dont le plateau est muni d'un caisson de protection incendie) ;
- les déchets sont remontés à la surface par la descenderie de service dans des conteneurs dédiés ;

- le camion électrique transporte les déchets de la tête de descenderie de service jusqu'au bâtiment nucléaire de surface EP1 (*via* le sas camion) par les voiries internes du site. Le processus de transfert se déroule sans rupture de charge ;
- les fûts sont ensuite déchargés et transportés par chariots électriques jusqu'au local d'entreposage au niveau de la zone de gestion des déchets induits du bâtiment nucléaire de surface EP1.

Le transport interne est réalisé conformément à la règlementation voie publique (16, 17) citée au chapitre 14.1 du présent volume. La figure 14-1 représente le cheminement du camion en surface entre la descenderie de service et le sas camion du bâtiment EP1.

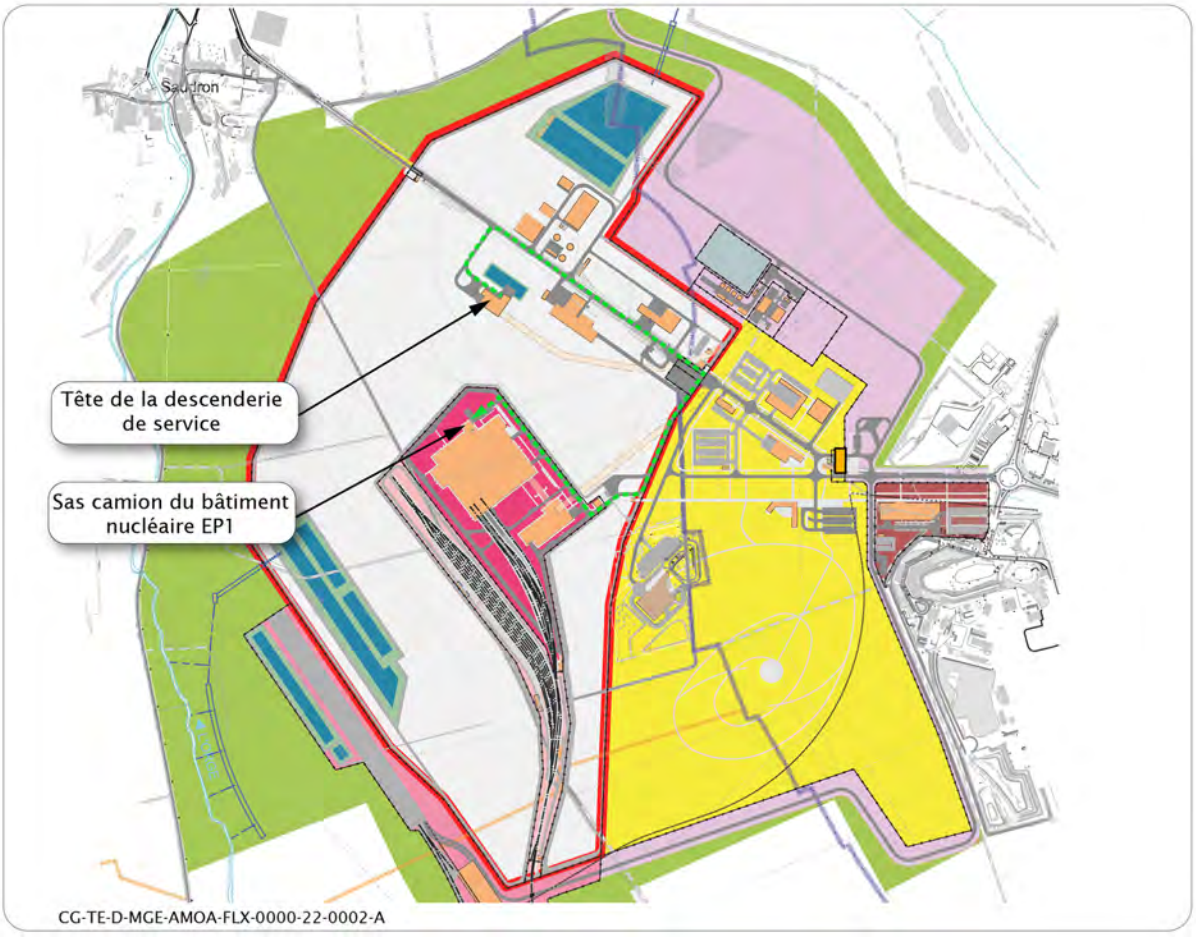


Figure 14-1 *Illustration du flux interne des déchets induits par l'installation souterraine*

14.2.2.2 À l'extérieur de l'INB

Les déchets radioactifs générés lors de la phase d'exploitation sont en très grande majorité des déchets de type TFA. À ce stade une estimation enveloppe de ces déchets induits a été réalisée : une trentaine de tonne par an en moyenne et jusqu'à une cinquantaine de tonnes par an au maximum, avec une répartition suivant la nature des déchets comme suit :

- TFA Gravats (environ 35 %) ;
- TFA métalliques non compactables (environ 25 %) et compactables (<2 %) ;
- TFA non métalliques non compactables (environ 15 %) et compactables (<2 %) ;
- TFA liquides incinérables (environ 20 %) ;
- FMA-VC non métalliques compactables (<1 %).

L'expédition de ces déchets vers des filières adaptées de traitement et de stockage (cf. Chapitre 13.3.4 du présent volume) est réalisée conformément à la réglementation des transports des marchandises dangereuses sur voie publique, l'ADR (16, 17) en application de l'arrêté modificatif relatif au transport de marchandises dangereuses par voies terrestres du 29 mai 2009 s'agissant d'un transport par camion (35).

Les contrôles réglementaires nécessaires au transport de marchandises dangereuses sur la voie publique (chargement, arrimage, signalisation, documentation transport, etc.) sont effectués au préalable sur l'INB.

14.3 Les autres substances dangereuses

14.3.1 La nature des substances dangereuses

14.3.1.1 Les substances dangereuses utilisées pour les besoins de l'exploitation

Les produits dangereux présents et entreposés sur l'INB sont principalement des bouteilles d'azote et de mélange argon, des skid de gaz inerte utilisés pour la protection incendie, des bouteilles de gaz utilisées pour la soudure ou des découpes et des solvants utilisés pour la maintenance.

Ces produits sont approvisionnés depuis l'extérieur par camion, stockés dans les magasins en surface puis transportés par camion ou camionnette vers les zones de maintenance en tant que de besoin. Les transports internes de ces produits sont réalisés conformément à la règlementation voie publique (16, 17) citée au chapitre 14.2 du présent volume.

14.3.1.2 Les substances dangereuses contenues dans les déchets d'exploitation

Les différents types de déchets conventionnels produits pendant l'exploitation (notamment lors des opérations de maintenance) et contenant des substances dangereuses (non radioactives), qu'ils soient liquides, solides (décrits au chapitre 13.2.2 du présent volume), sont triés et transportés directement jusqu'à la déchetterie industrielle conventionnelle du site.

Les transports internes associés sont réalisés conformément à la règlementation voie publique (16, 17) citée au chapitre 14.1 du présent volume.

14.3.2 La gestion des déchets conventionnels

14.3.2.1 Les produits dangereux utilisés pour les besoins de l'exploitation

Les produits dangereux devant être utilisés dans l'installation souterraine sont entreposés dans des ateliers de maintenance en surface en zone puits avant d'être transférés au fond *via* le puits matériel et matériaux travaux (MMT). Ils peuvent être entreposés avant utilisation dans des locaux dédiés en zones de soutien logistique exploitation ou travaux.

14.3.2.2 Les déchets induits contenant des substances dangereuses

Les déchets produits par l'exploitation, notamment la maintenance sont identifiés à la source et regroupés selon leurs types (avec marquage visible). Des règles de tri sont établies afin de respecter les règles de compatibilité entre les déchets. Installation souterraine

En souterrain, les déchets conventionnels sont :

- collectés et entreposés dans le local d'entreposage temporaire des déchets induits de la ZSL exploitation puis remontés en surface par des camions *via* la descenderie de service pour être entreposés au sein de l'atelier de maintenance de la zone exploitation de la zone descenderie ;
- collectés dans la zone de transbordement matériels-matériaux-déchets de la ZSL travaux puis remontés en surface *via* le puits matériel et matériaux travaux (MMT) jusqu'au point de collecte (atelier de maintenance et zone de stockage matériaux) de la zone utilités et de la zone puits travaux.

Pour les déchets conventionnels provenant de la zone en exploitation, des contrôles radiologiques peuvent être réalisés ponctuellement dans le local déchets exploitation de la ZSLE. Lors de leur transfert vers les installations en surface, ils passent toutefois systématiquement sous le portique gamma situé en tête de descenderie colis.

En surface, les déchets conventionnels sont regroupés dans les déchetteries industrielles conventionnelles localisées en zone utilités.

Le caractère conventionnel de tout déchet sortant de l'installation nucléaire puis du site est confirmé par l'utilisation de moyens de contrôles radiologiques adaptés. Ce contrôle est mis en œuvre à la première mise en service de l'INB.

Les moyens de transport utilisés en surface pour le transfert des déchets conventionnels d'exploitation sont les camions-plateau équipés de ridelles.

15

Les dispositions de conception spécifiques liées à l'arrêt, au démantèlement, à la fermeture et à la surveillance de l'installation

15.1 Les dispositions prises en vue du démantèlement 772
15.2 Les dispositions prises en vue de la fermeture 774
15.3 Les dispositions prises en vue de la surveillance après fermeture 776

Les principes et la stratégie de démantèlement, de fermeture et de surveillance de l'installation sont détaillées dans la pièce 13 « Plan de démantèlement, de fermeture et de surveillance » (36).

Les principales dispositions de conception associées sont présentées dans les chapitres suivants.

15.1 Les dispositions prises en vue du démantèlement

Lors de la construction des installations en surface, des dispositions, semblables à celles retenues dans les INB plus « classiques », sont prises pour faciliter leur démantèlement ultérieur.

S'agissant de l'installation souterraine, des dispositions conservatoires de même types et présentées dans les chapitres suivants sont prises dès la construction afin de faciliter le démantèlement des locaux et équipements qui doivent l'être.

Notamment, les locaux susceptibles, par leur activité, de générer ou contenir des déchets nucléaires sont limités et leurs dimensions adaptées au strict besoin, avec la détermination d'un zonage déchets adapté. Le nombre d'équipements implantés dans les zones à production possible de déchets nucléaires (ZppDN) est ainsi limité autant que possible tant en surface qu'au fond.

15.1.1 Les dispositions de protection contre la contamination

La première disposition conservatoire du point de vue de la protection contre le risque de contamination est le process : absence de déchets transitant dans l'installation à l'air libre. Les déchets reçus pour être stockés dans l'INB sont toujours conditionnés et les déchets d'exploitation font l'objet d'un traitement pour fixer la contamination au plus près de la production en tant que de besoin, puis d'un entreposage en conteneur avant d'être transférés au sein de l'installation.

La gestion des déchets dans des locaux dédiés et protégés au sein des installations en surface permet d'éviter le risque de pollution des sols et des terres environnantes. La présence de liquides dans les installations est très limitée et les moyens de décontamination à sec sont privilégiés autant que possible, de manière à limiter la production d'effluents de décontamination.

Les fondations et les parois des bâtiments en contact avec les sols et les terres sont conçues pour être étanches vis-à-vis de l'eau et donc vis à vis d'éventuels effluents liquides pouvant contenir des substances radioactives, y compris suite à une situation accidentelle (*e.g.* Fuite d'un réservoir d'effluents liquides, écoulement des eaux d'aspersion lors d'une lutte contre un incendie).

15.1.2 Les dispositions de protections contre l'activation neutronique

Des dispositions sont prises et/ou des protections mises en place pour limiter l'irradiation de certains matériels. En effet, l'irradiation aux neutrons de matériaux (principalement métalliques) conduit à la production de radioéléments et, *in fine*, à la production de déchets nucléaire (TFA ou FA) lors du démantèlement des équipements et des bâtiments de surface.

En effet, les murs en béton et les parois en acier qui ont une fonction de protection biologique contre les rayonnements ionisants seront plus ou moins activés pendant la phase de fonctionnement, en fonction de l'intensité des rayonnements et de la durée d'exposition. Des mesures, relevant de l'état de l'art, sont donc prises à la conception pour limiter les conséquences de l'irradiation sur le matériel et les structures :

- protection des matériels particulièrement exposés par des parois amovibles en béton, en acier ou en polyéthylène ;
- surépaisseurs faciles à enlever ou à araser sur les structures qui pourraient être activées.

Compte tenu du faible flux de neutrons émis par les colis de déchets HA et MA-VL selon les évaluations à ce stade des connaissances, le phénomène d'activation des structures devrait être marginal.

15.1.3 Les dispositions associées aux systèmes supports

15.1.3.1 La ventilation

La conception des systèmes de ventilation tient compte du cycle de vie des ouvrages et de la durabilité des équipements. Le cycle de vie intègre les différentes activités du démantèlement, que sont l'assainissement et la démolition conventionnelle.

Les principes de conception associés sont notamment :

- la zone relative à la gestion des déchets et des (éventuels) effluents liquides est située dans une zone du bâtiment EP1 séparé du process avec un réseau de ventilation dédié. Cette zone sera utilisée (en partie) pour assurer des opérations de traitement et de conditionnement des déchets issus du démantèlement de la zone du process ;
- les débits de ventilation seront adaptés aux nouvelles conditions par rapport à celles qui prévalaient pendant l'exploitation dans les zones en démantèlement. Les débits seront ainsi réajustés en fonction du zonage déchets, de l'état radiologique final constaté à la Mise à l'Arrêt Définitive (MAD) et des opérations de démantèlement et d'assainissement qui auront été décidées.

15.1.3.2 L'alimentation électrique

Pour le démantèlement, de nouveaux réseaux électriques seront installés (armoires, chemins de câbles, câbles, etc.) physiquement distincts des réseaux existants et différentiés par leur couleur de repérage. Cela permet d'isoler et de découper les anciennes installations électriques en toute sécurité.

15.1.4 Les dispositions associées aux cellules de manutention des alvéoles MA-VL

Une longueur de l'ordre de 5 m est prévue en entrée de partie utile de l'alvéole MA-VL pour mettre en place des blocs de radioprotection au fur et à mesure du stockage et à la fin du remplissage de l'alvéole ; ces blocs de radioprotection assurent la radioprotection pour les intervenants lors du clavage des derniers blocs de radioprotection et du démontage de la porte de radioprotection.

Dans la cellule de manutention, il est prévu, en cas de présence de contamination, de décontaminer les surfaces du génie civil et de vinyler les équipements avant leur transfert vers la surface pour les décontaminer en surface.

Les gabarits des équipements installés dans la cellule de manutention de l'alvéole MA-VL et dans la zone d'accostage sont conçus de manière à permettre leur transfert vers la surface par la descenderie de service, après démantèlement, sans nécessité de découpe au fond. Les équipements de la cellule de manutention sont aussi conçus pour pouvoir être sortis par l'une des deux ouvertures du voile d'accostage disponibles au droit du sas et de la façade d'accostage après leur démontage. La fixation de ces équipements sur le génie civil de l'alvéole au moyen de platines et contre-platines facilite leur démontage lors du démantèlement et, pour les composants concernés, leur remplacement lors des opérations de jouvence ou de maintenance. Le conditionnement des éléments démontés en colis transportables vers la surface s'effectue dans une zone dédiée située dans la galerie d'accès de l'alvéole.

15.2 Les dispositions prises en vue de la fermeture

Certaines dispositions de fermeture sont de nature à contribuer aux fonctions de sûreté après-fermeture, notamment :

- s'opposer à la circulation de l'eau ;
- limiter le relâchement des substances radioactives et toxiques chimiques, et les immobiliser dans les alvéoles ;
- préserver les caractéristiques favorables de la couche du Callovo-Oxfordien et des composants ouvragés contribuant à la sûreté après fermeture.

15.2.1 Les dispositions générales

Pour répondre à l'objectif fondamental de protéger l'homme et l'environnement des déchets radioactifs sur de très longues échelles de temps de manière passive sans nécessiter d'actions humaines, une fois l'INB ayant eu l'autorisation d'être fermée définitivement, l'ensemble de l'installation souterraine aura été remblayé, les ouvrages de fermeture auront été mis en place dans les galeries et dans les ouvrages de liaison surface-fond et les installations de surface auront été démantelées.

L'importance d'apporter d'ici la mise en œuvre des opérations de fermeture (qui feront l'objet d'une demande d'autorisation ultérieure) des éléments de démonstration complémentaires et en situation totalement représentative, conduit à la réservation à la conception de zones spécifiques de l'architecture souterraine dédiées à des démonstrateurs de scellement. Ces dispositions conservatoires importantes pour la fermeture permettront la réalisation de tests préalables *ad hoc*. Les choix d'implantation correspondants sont décrits dans le chapitre suivant.

15.2.2 Les démonstrateurs de fermeture

La construction, le test et le suivi, durant la phase d'exploitation, de démonstrateurs de fermeture permettent de disposer, au moment de la fermeture définitive de l'installation, d'un retour d'expérience quant à la construction de ce type d'ouvrage et en ce sens facilitent la fermeture. Ces démonstrateurs consistent en (Figure 15-1) :

- un démonstrateur de scellement en descenderie ;
- un démonstrateur de scellement en galerie horizontale ;
- un démonstrateur de fermeture d'alvéole HA en galerie d'accès du quartier pilote HA.

La localisation des différents démonstrateurs est représentée sur la figure ci-après.

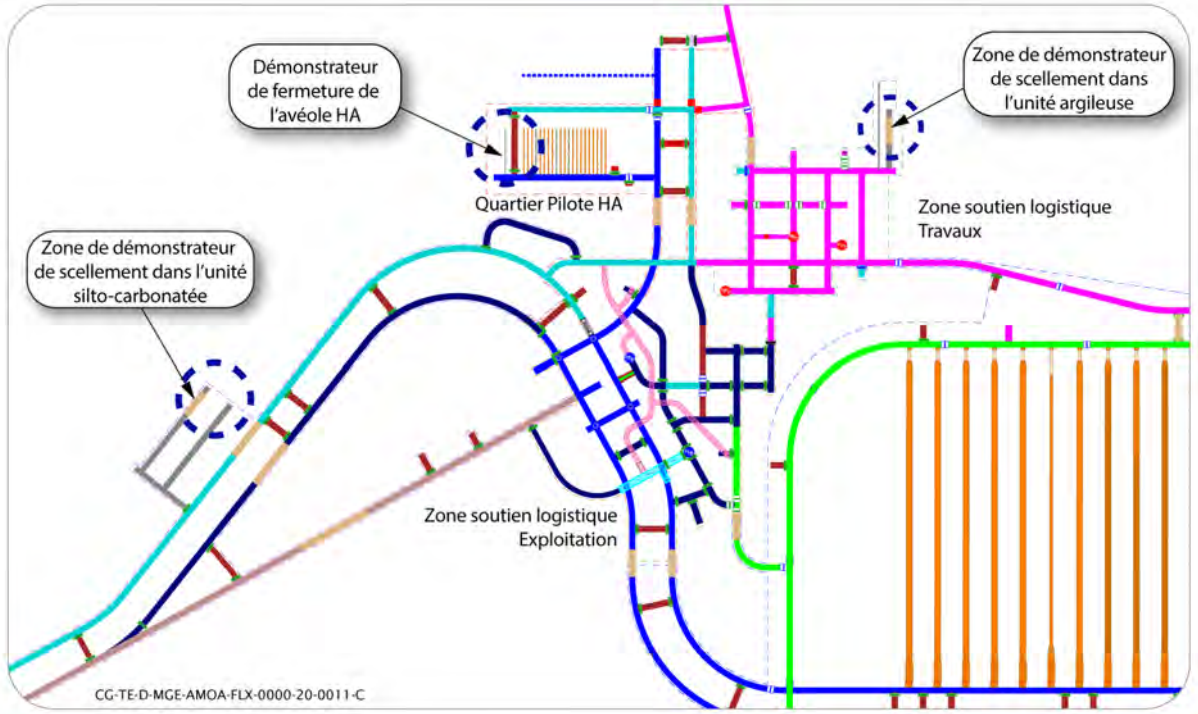


Figure 15-1 Illustration de la localisation des démonstrateurs de fermeture

15.2.3 Les dispositions prises en vue de la fermeture des ouvrages souterrains

Une fois démantelées, les cellules de manutention et les galeries d'accès des alvéoles MA-VL sont fermées (obturées et remblayées), tout comme les jonctions de retour d'air à l'extrémité opposée de la partie utile de l'alvéole dévolue au stockage des colis. Ces tronçons de galerie sont remblayés. Une longueur suffisante a été ménagée aux deux extrémités de l'alvéole (c'est-à-dire en galerie d'accès et en cellule de manutention comme en jonction de retour d'air) pour permettre, à titre conservatoire, le cas échéant, la mise en œuvre d'un scellement de fermeture.

Dans l'ensemble de l'architecture souterraine, les ouvrages sont déséquipés de manière, notamment, à faciliter la mise en place des ouvrages de fermeture et à minimiser la présence résiduelle d'éléments métalliques.

15.2.4 Les dispositions prises vis-à-vis des déblais et leurs mises en verses

Les déblais issus de l'excavation du Callovo-Oxfordien fournissent les volumes de remblayage de l'architecture souterraine. Au fur et à mesure de leur production par excavation, ils sont conservés en surface, sur une emprise dédiée de la zone puits qui permet leur dépôt sous forme de verses. Ces déblais dénommés « verses vives » font l'objet de mesures spécifiques de tri, de conservation sous couverture imperméabilisée et végétalisée, puis de traitement dédié, en vue de leur réutilisation lors de la phase de fermeture. Pour les verses complémentaires, dites « verses mortes », une solution de valorisation est privilégiée.

Une fois les verses vives réutilisées pour refermer l'installation, les plateformes font l'objet de travaux écologiques pour reconstituer un milieu naturel s'intégrant dans l'environnement.

Des dispositifs de surveillance spécifiques sont déployés pour vérifier la conservation des performances des argilites à l'issue de leur entreposage en vue de leur remise en place pour combler les ouvrages souterrains en particulier au niveau de la formation géologique du Callovo-Oxfordien.

15.2.5 Les dispositions de surveillance prises pour la fermeture

Différentes dispositions de surveillance sont mises en place en vue de la fermeture de l'installation nucléaire, en particulier en support à la réalisation des ouvrages de fermeture.

Ainsi, que ce soit au niveau des liaisons surface-fond ou des galeries de liaison fond, des tronçons de ces ouvrages, choisis pour leur caractère représentatif des futurs emplacements de scellement sont instrumentés pour assurer leur suivi dès la fin de leur construction, évaluer l'évolution de leur propriété et, s'il y a lieu, apporter les éléments complémentaires ou d'ajustement nécessaires pour la conception finale de ces ouvrages de fermeture.

15.3 Les dispositions prises en vue de la surveillance après fermeture

La surveillance de l'INB et de son environnement après la fermeture et le démantèlement des installations a pour objet :

- de vérifier le respect des exigences réglementaires en s'appuyant en premier lieu sur la surveillance de l'environnement et du milieu géologique ;
- de vérifier en support à la démonstration de sûreté, le bon fonctionnement du stockage.

Les mesures seront précisées progressivement en lien avec le retour d'expérience acquis concernant le fonctionnement de l'installation.

La surveillance de l'environnement se poursuivra dans la continuité des modalités de cette surveillance mises en place pendant la phase de fonctionnement de l'installation. Concernant la surveillance du milieu géologique et, par exemple, de la qualité des eaux souterraines, les modalités de surveillance par forages déjà installés pourront se poursuivre.

16

La fermeture définitive de l'installation

16.1 Les opérations associées à la fermeture définitive de l'installation 778
16.2 Les remblais 779
16.3 Les scellements 781

16.1 Les opérations associées à la fermeture définitive de l'installation

La fermeture d'une installation de stockage de déchets radioactifs est l'achèvement de toutes les opérations consécutives au dépôt de déchets radioactifs dans l'installation, y compris des derniers ouvrages, ou autres travaux requis pour assurer, à long terme, la maîtrise des risques et inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 (cf. art. L. 542-10-1 du code de l'environnement). Cette fermeture est matérialisée notamment par la mise en place des scellements des liaisons surface-fond, puits et descenderies (passage au niveau V de fermeture, c'est-à-dire installation fermée, au sens du guide de sûreté n° 1 de l'ASN (37)).

Les opérations nécessaires à la fermeture définitive de l'INB Cigéo consistent en :

- des obturations des alvéoles MA-VL et HA présentées aux chapitres 6.2.5 et 7.1.5 du présent volume ;
- la construction de scellements en certains points des galeries souterraines (numérotés 1 et 2 sur la figure 16-1). Ces scellements permettent d'isoler hydrauliquement les différents quartiers de stockage les uns des autres et assurent une redondance fonctionnelle par rapport aux scellements des liaisons surface-fond ;
- la construction de scellements dans tous les ouvrages de liaison entre la surface et les ouvrages souterrains. Il s'agit de scellements de descenderie (numérotés 3 sur la figure ci-dessous) et de puits (numérotés 4 sur la Figure 16-1) ;
- le remblayage de toutes les galeries.

À ces opérations sont associées des opérations de démantèlement de certains matériels (cf. Chapitre 15 du présent volume).

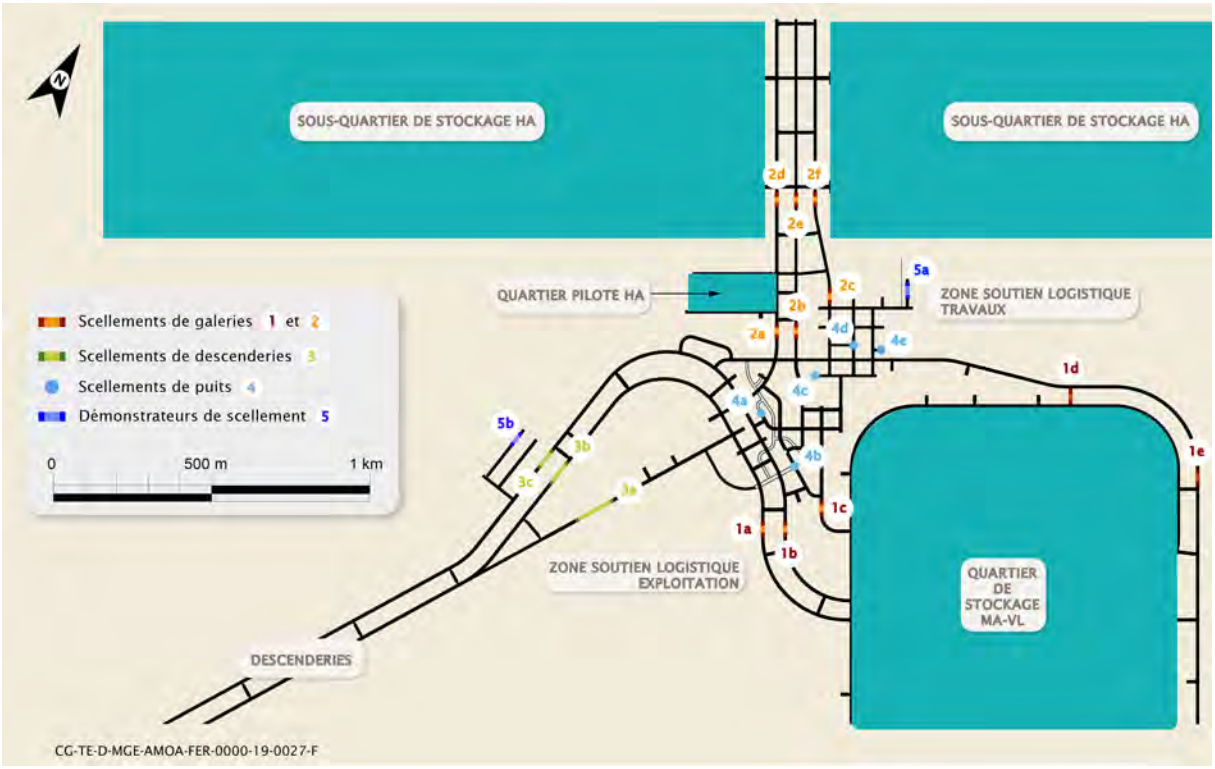


Figure 16-1 *Illustration des positions des scellements de fond et des scellements des liaisons surface-fond*

NOTE IMPORTANTE

En regard du développement progressif de l'INB et de la date lointaine de réalisation des scellements des ouvrages souterrains, dans le cadre du dossier de demande d'autorisation de création, pour les scellements de galerie, une solution technique est présentée avec une optimisation possible laissant ainsi une flexibilité vis-à-vis des solutions qui seront retenues *in fine*.

Au stade du dossier de demande d'autorisation de création, les connaissances scientifiques, technologiques et techniques disponibles permettent d'ores et déjà d'apporter les arguments probants permettant de considérer que les différentes exigences de performance des scellements peuvent être atteintes (cf. « Dossier de justificatin de la définition des ouvrages de fermeture » (38)).

16.2 Les remblais

Pour tirer le meilleur parti des caractéristiques naturelles de la couche du Callovo-Oxfordien (ou reconstituer ses caractéristiques là où elles pourraient être temporairement perturbées) et afin de garantir dans le temps la prédominance de la voie de transfert par la barrière géologique, la conception du stockage en général et des ouvrages de fermeture en particulier repose sur le principe de préservation de ses caractéristiques favorables.

Selon le guide de sûreté n° 1 de l'ASN (37), le système de stockage « *doit être conçu selon une approche relevant du principe de défense en profondeur, principe internationalement retenu pour la conception et l'exploitation des installations nucléaires* ». Pour la sûreté après fermeture, *« ce principe a pour effet de faire reposer la sûreté du stockage sur la complémentarité et la diversité des classes de composants et sur un certain niveau de redondance des fonctions de sûreté de telle sorte que des défaillances plausibles de composants ne compromettent pas, à elles seules, la sûreté de l'installation* ».

Cela concerne tout particulièrement le devenir de la zone d'argilites du Callovo-Oxfordien en champ proche des ouvrages souterrains perturbées lors du creusement puis en post-fermeture car elle peut constituer une voie privilégiée d'écoulement de l'eau et de transfert des radionucléides.

Pour assurer cette fonction, les linéaires de galeries et d'ouvrages de liaison entre la surface et le fond non occupées par des scellements doivent être soutenues pour assurer la fonction mécanique de la fermeture vis-à-vis, verticalement, de la préservation de gardes saines importantes. Cet objectif oriente la conception vers une solution considérant, en dehors des zones de scellement, un remblayage des galeries pour éviter un sur-endommagement lié aux déformations différées du milieu (Figure 16-2).

Les matériaux de remblais occupent l'intégralité du volume utile de la galerie laissée vide après le démantèlement des équipements et des utilités (le revêtement et le radier sont laissés en place) à l'exception des zones où sont posés les scellements de fond.

Le choix des argilites excavées, additionnées le cas échéant de matériaux destinés à en ajuster les propriétés (densité, pression de gonflement, pression d'entrée de gaz) et/ou faciliter leur fabrication (poudre, pellets, briques) et/ou leur mise en place permet de répondre aux fonctions essentielles notamment en termes de tenue mécanique et de limitation du niveau de pression maximal de gaz dans l'installation souterraine tout en recyclant une partie des argilites naturelles issues des travaux d'excavations entreposées en surface (38).

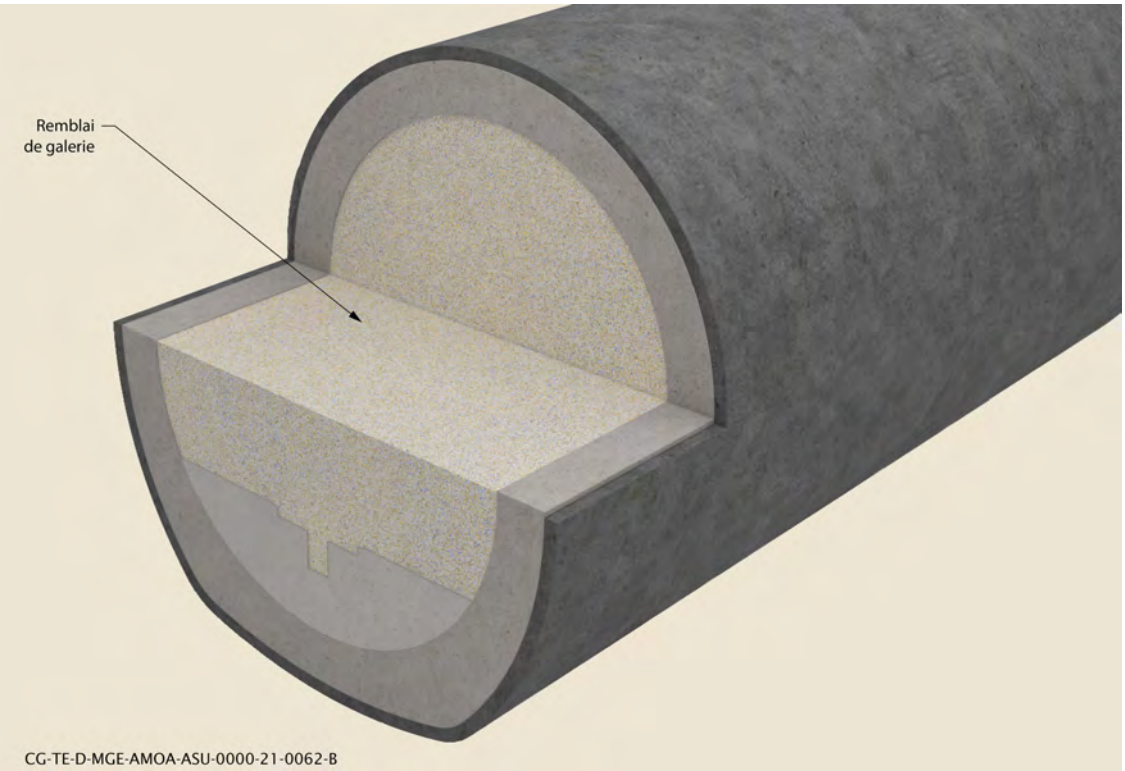


Figure 16-2 Illustration d'une remblai de galerie

Au niveau des alvéoles MA-VL, l'entrée et le fond de l'alvéole accueillent de la même façon un remblai semblable à celui mis en place dans les réseaux de galeries courantes (cf. Figure 16-3).

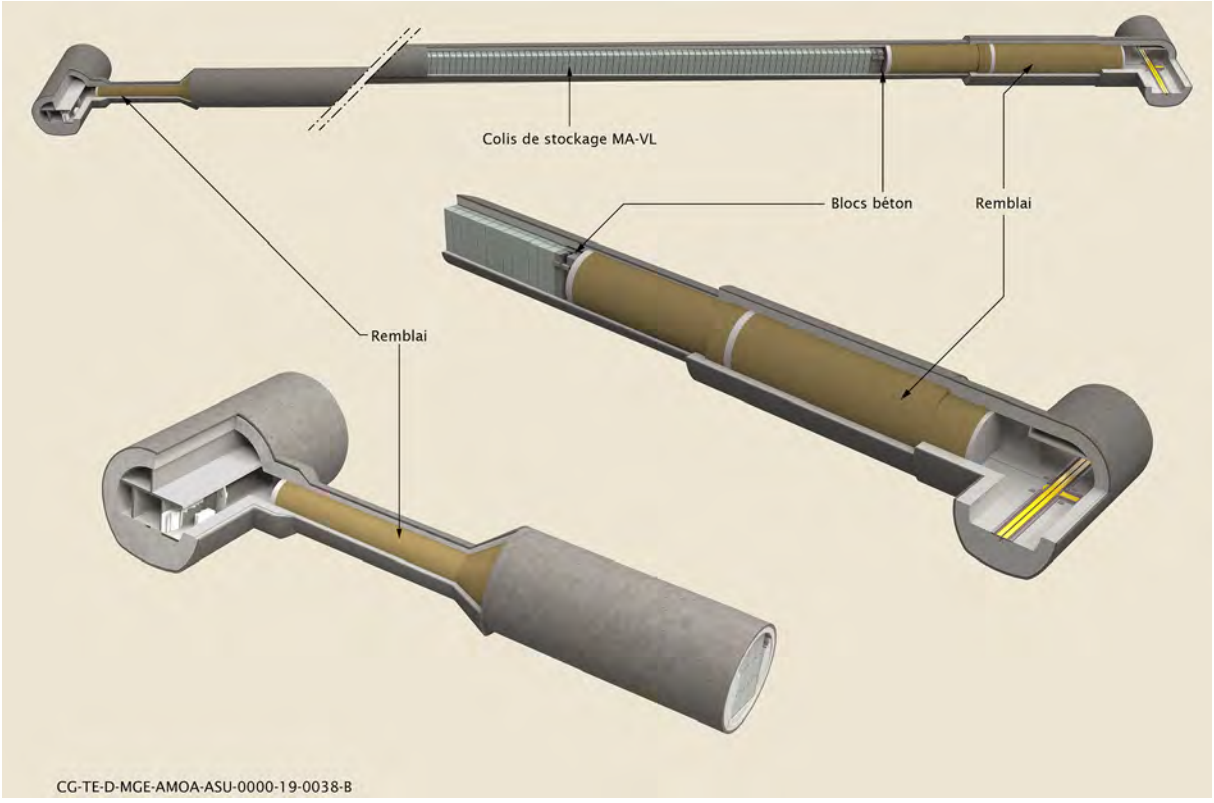


Figure 16-3 Illustration de la fermeture des alvéoles de stockage MA-VL

16.3 Les scellements

Le site d'implantation de l'installation souterraine a notamment été retenu en raison de la présence, à son niveau, de la formation géologique du Callovo-Oxfordien se caractérisant par des propriétés hydrauliques favorables, une grande épaisseur, une étendue importante, une grande stabilité temporelle et un positionnement suffisamment profond par rapport à la surface permettant d'envisager l'accueil d'une installation de stockage en son sein.

Pour autant, le nécessaire creusement depuis la surface de puits et descenderies, connectés à des galeries de natures diverses qui elles-mêmes sont connectées à des alvéoles de stockage, conduit par nature à la création de chemins de transfert privilégiés potentiels pour les radionucléides et les substances toxiques chimiques.

Ces chemins opèrent en court-circuit potentiel de la barrière naturelle constituée de la formation du Callovo-Oxfordien et il est retenu le principe de limiter autant que possible leur contribution afin de conserver un principe fort qui est celui de la dominance de la voie de transfert des radionucléides et des substances toxiques chimiques par le Callovo-Oxfordien. Conserver une dominance de la voie du Callovo-Oxfordien permet ainsi de tirer parti au mieux des caractéristiques favorables de cette formation.

Ainsi, en plus de leur fonction de remplissage des vides et de limitation de l'extension dans le temps de la zone endommagée du Callovo-Oxfordien en champ proche qu'ils ont en commun avec les remblais, les scellements ont comme objectif de s'opposer à la circulation d'eau dans le stockage pour éviter qu'elle ne constitue un facteur d'altération des déchets et un vecteur de migration des radionucléides et des substances toxiques chimiques.

Par ailleurs, les scellements doivent aussi faciliter le transfert de l'hydrogène afin de contribuer à limiter la pression maximale de gaz au sein du stockage durant la période transitoire préalable à la resaturation totale du stockage.

Les scellements sont positionnés, pour certains, dans les liaisons surface-fonds, à proximité du toit de la couche du Callovo-Oxfordien (dans sa zone la plus carbonatée), sous forme de scellements verticaux de puits et de scellements inclinés de descenderies, pour d'autres, dans les galeries horizontales de l'installation souterraine.

Le principe de fonctionnement du scellement est identique que l'on considère un scellement de galerie horizontale, un scellement de puits ou un scellement de descenderie. Il consiste en la mise en place d'un noyau constitué d'argile gonflante (bentonite), au besoin additionnée de matériaux destinés à en ajuster les propriétés (densité, pression de gonflement, perméabilité à l'eau, pression d'entrée de gaz…) et faciliter sa fabrication (poudre, pellets, briques) ou sa mise en place. Le revêtement au droit du noyau de scellement est déposé :

- longitudinalement :
  - ✓ en partie[12] pour les scellements de galerie ;
  - ✓ en totalité[13] sur toute la longueur du noyau pour les ouvrages de liaison surface-fond ;
- circonférentiellement : par anneau complet.

La dépose s'accompagne d'une purge, le cas échéant, en parement des éléments de roche instables afin de sécuriser la zone (chute de blocs) et de favoriser un contact intime entre le noyau en argile gonflante et les Callovo-Oxfordien. Ainsi, le noyau argileux gonflant obstrue la totalité de la section de l'ouvrage souterrain (zones de dépose du revêtement comprises). Il reprend la charge des terrains, mais surtout reconstitue un environnement à très faible perméabilité à l'eau (y compris à l'interface avec le Callovo-Oxfordien) tout en favorisant le transfert des gaz.

[12] De façon à ne pas remettre en cause la tenue de la roche en voûte et la sécurité du chantier à la mise en place.
[13] Pour les scellements des ouvrages de liaison surface-fond, l'implantation du noyau dans l'unité silto-carbonaté du Callovo-Oxfordien autorise une dépose du revêtement sur toute la longueur du noyau par passes successives sans préjudice vis-à-vis de la sécurité chantier.

Il est considéré que seules les zones de contact intime entre le noyau argileux et le Callovo-Oxfordien permettent d'atteindre la perméabilité à l'eau équivalente attendue du scellement ce qui nécessite une dépose du revêtement partielle ou totale selon les cas d'usage, complétée le cas échéant par une saignée radiale (variante) pour compléter le dispositif, afin de garantir l'interruption de la zone endommagée (i.e. fracturée) du Callovo-Oxfordien en champ proche.

Pour pouvoir exercer une pression radiale sur le Callovo-Oxfordien et ainsi reconstituer une interface de faible perméabilité à l'eau, le gonflement du noyau doit pouvoir s'effectuer à volume constant en tant que nécessaire. Il doit ainsi être confiné mécaniquement en tant que nécessaire. S'il est admis que les terrains sus- et sous-jacents permettent intrinsèquement de confiner le noyau radialement, un dispositif particulier doit être conçu pour étendre ce confinement dans la direction longitudinale (massif d'appui en béton ou remblai) et s'opposer à une déformation longitudinale importante du noyau. Toutefois, cette limitation de la déformation longitudinale est favorisée par le choix de l'argile gonflante qui permet un frottement du noyau avec le Callovo-Oxfordien et le béton.

Le figure 16-4 illustre le principe de fonctionnement d'un scellement de galerie.

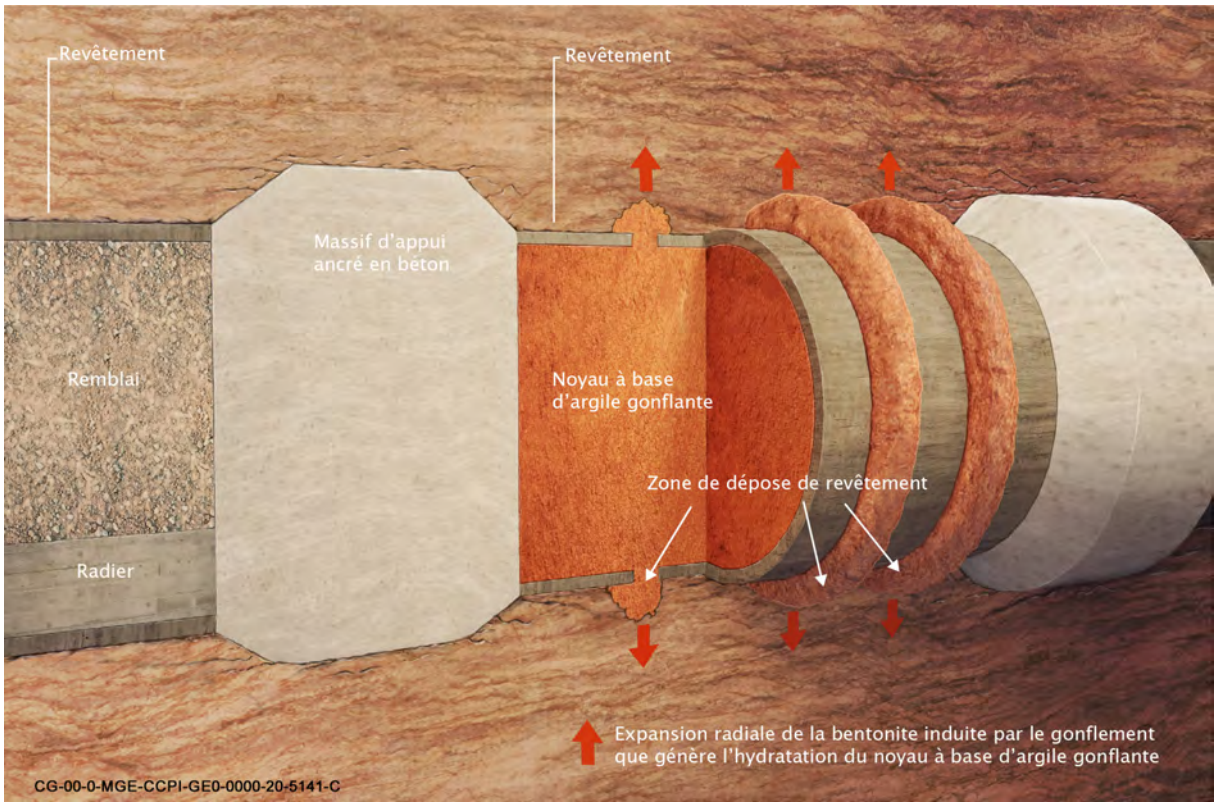


Figure 16-4 Schéma de principe de fonctionnement des scellements de galerie

La zone de contact noyau/Callovo-Oxfordien peut être réalisée sur plusieurs tronçons distincts (séparés par des zones dans lesquelles le revêtement est maintenu) pour garantir le bon fonctionnement de la partie efficace et assurer ainsi l'atteinte de la performance hydraulique attendue.

La pression de gonflement de l'argile gonflante doit être suffisante pour assurer un contact intime avec les argilites ; pour autant, elle ne doit pas induire une extension de la roche qui l'amène à la rupture par traction.

Les scellements de galerie seront implantés dans des tronçons de galeries orientées dans la direction la plus favorable vis-à-vis de la mise en place du noyau et de la sécurité du chantier[14].

[14] Selon la contrainte majeure σ_H, le champ de contraintes est quasi-isotropes et l'extension de la zone fracturée connectée résultant du creusement est plus limitée.

Un tel choix permet également de limiter l'extension des zones endommagées en champ proche en voûte durant les opérations de construction du scellement. L'architecture du stockage intègre cette contrainte.

Le forage d'utilité (colonne à carburant) respecte, vis-à-vis de sa fermeture, les mêmes contraintes que les liaisons surface-fond, à savoir (i) respect du principe de regroupement des liaisons surface-fond et (ii) faisabilité de mise en place d'un scellement (cf. Figure 16-5). La fermeture de ce forage, correspond à une opération courante dans le domaine pétrolier et le principe retenu pour le sceller est décrit dans le « Dossier de justification de la définition des ouvrages de fermeture » (38) et s'appuie sur ces technologies disposant de retour d'expérience important.

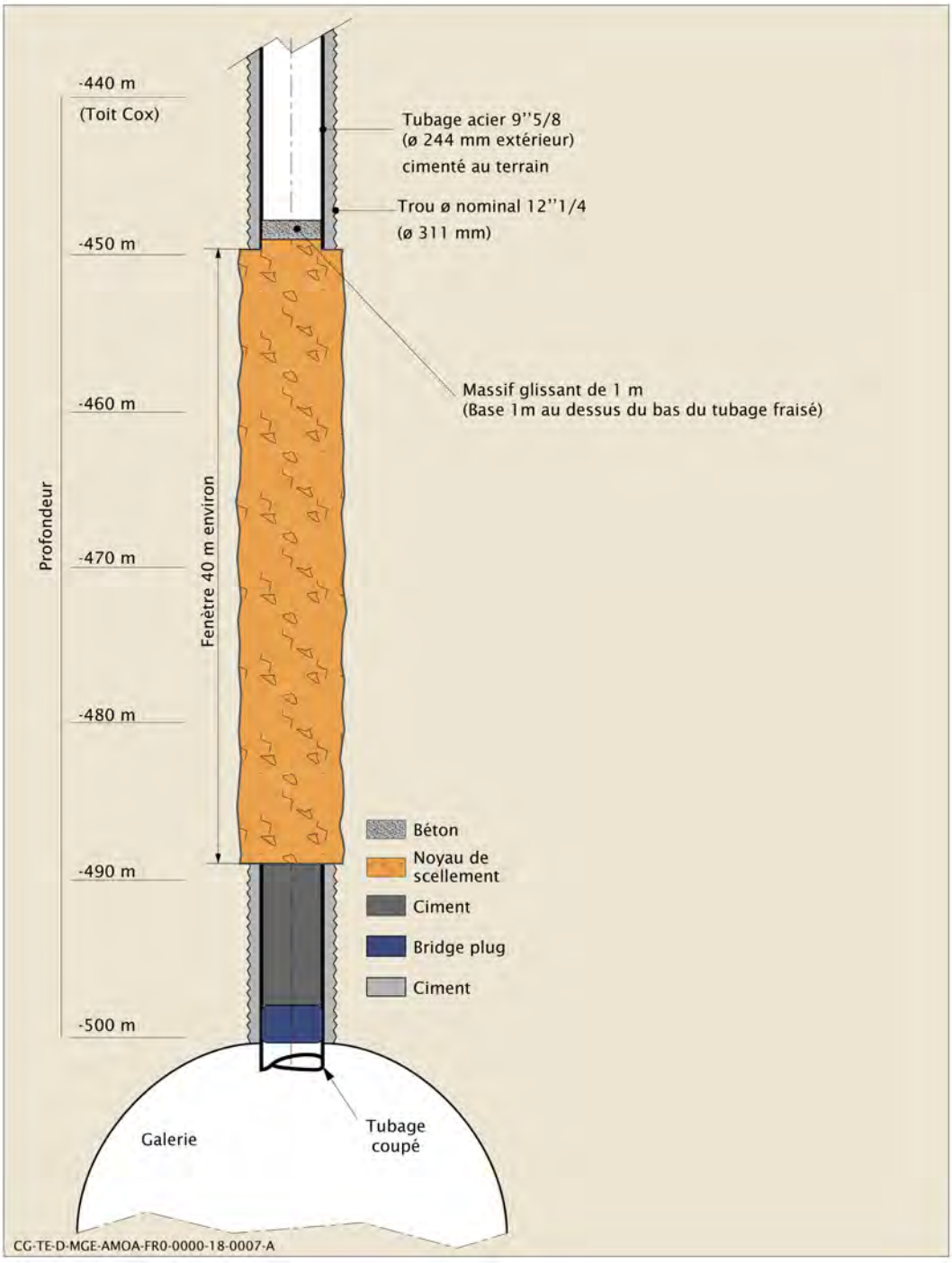


Figure 16-5 Schéma de principe de scellement de la colonne à carburant

16.3.1 Les scellements des liaisons surface-fond

Les scellements des ouvrages de liaison entre la surface et le fond sont implantés au niveau de l'unité silto-carbonatée (USC) du Callovo-Oxfordien de manière à tirer profit des caractéristiques mécaniques favorables de cette unité. En effet, la fracturation induite par le creusement au droit de cette unité, « diffuse » mais non connectée, est très limitée et ne montre pas d'influence notable en fonction à la méthode de creusement par forassions/tirs.

La longueur du scellement envisagée correspond à ce stade à toute la longueur disponible au droit de l'USC (voire de l'unité de transition (UT)) en prenant en compte le positionnement des recoupes nécessaires pour des besoins en exploitation.

Par ailleurs, les caractéristiques mécaniques au droit de l'USC et de l'UT étant compatibles avec un retrait du revêtement, celui-ci est déposé sur toute la longueur du noyau et la roche découverte purgée le cas échéant de tous ses blocs instables.

16.3.1.1 Les scellements de descenderie

Le scellement est composé (cf. Figure 16-6) :

- en son centre, d'un noyau de scellement mis en œuvre sur la plus grande longueur possible dans l'USC, en fonction des contraintes d'architecture (par exemple la présence de recoupes d'évacuation incendie) ;
- à ses extrémités, de deux massifs d'appui en béton, placés intégralement dans l'USC. À ce stade des études, il est préconisé que ces massifs d'appui en béton soient ancrés dans le Callovo-Oxfordien sain (au-delà de la zone endommagée).

La conception tire parti pour le noyau de scellement de descenderie du maximum de longueur disponible dans l'USC ; elle est de 50 m environ pour la descenderie de service et de 70 m environ pour la descenderie intermédiaire. Pour la descenderie de colis, l'intégralité de l'épaisseur de l'USC est valorisée avec un linéaire de noyau pouvant aller jusqu'à 120 m environ.

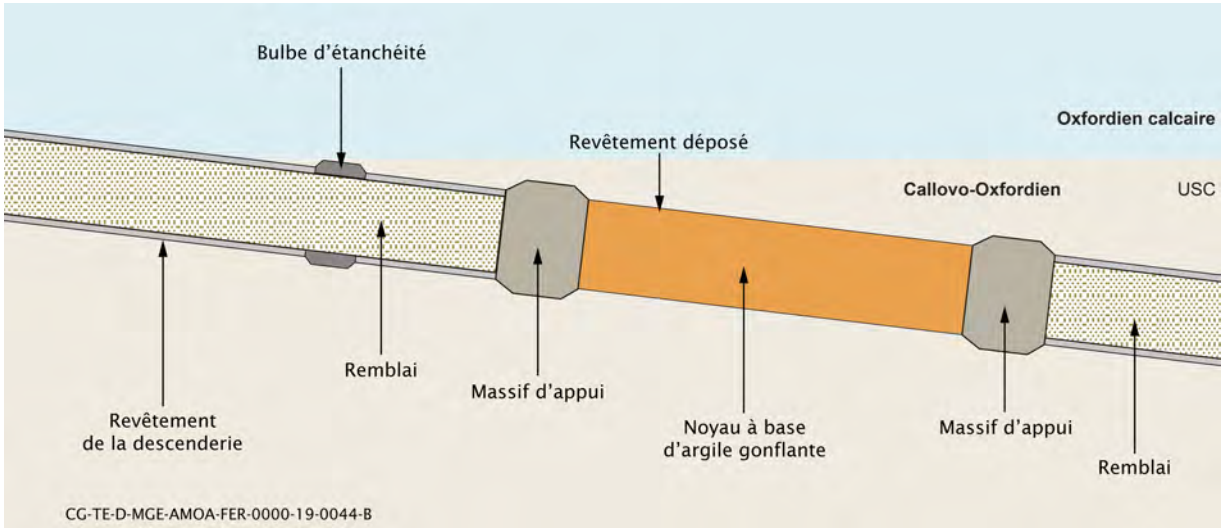


Figure 16-6 Schéma de principe d'un scellement de descenderie

16.3.1.2 Les scellements des puits

Les scellements de puits s'appuient sur les mêmes principes de conception et d'implantation que ceux décrits pour les scellements de descenderie.

Les scellements de puits bénéficient, en complément (cf. Figure 16-7) :

- de la verticalité de l'ouvrage et de l'effet silo du remblayage sus-jacent : à ce titre, en partie supérieure, le dispositif de confinement du noyau de scellement consiste en un massif d'appui en béton peu épais et frottant dont le seul rôle est de protéger le noyau des arrivées d'eau à court terme (le temps de la construction). La poussée induite par le gonflement du noyau est équilibrée par le poids de colonne sus-jacente (massif d'appui en béton et remblai) et le frottement qui se développe en paroi du puits. A ce stade des études, le dimensionnement du massif d'appui en partie supérieure des scellements de puits conduit à une hauteur de l'ordre de 3 m ;
- des propriétés favorables de l'UT, sur une hauteur de l'ordre de 10 mètres.

Dans les puits, la conception vise à valoriser toute la hauteur d'USC et d'UT disponible, cela conduit à une longueur du noyau de scellement de puits comprise entre environ 25 m et 40 m en fonction des puits.

Par ailleurs, compte-tenu de la proximité du fond du puits, le noyau de scellement s'appuie, en partie basse, sur un remplissage complet du fond du puits par un matériau non compressible de type béton.

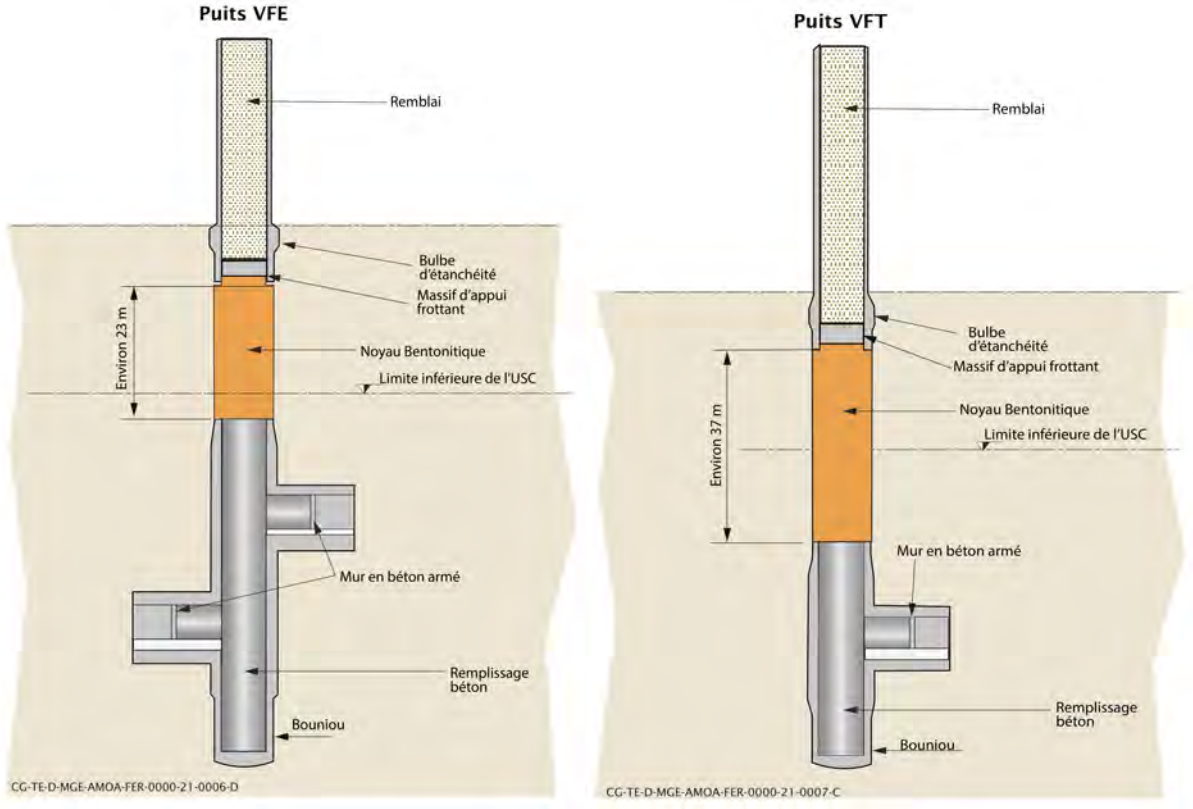


Figure 16-7 *Schémas de principe des scellements de puits (à gauche : puits d'exploitation VFE ; à droite : puits travaux VFT)*

16.3.2 Les scellements de fond

Pour les scellements de galeries horizontales (« scellements de fond »), la maîtrise de l'extension de la zone endommagée des argilites du Callovo-Oxfordien conduit à retenir les scellements de galerie implantés dans des tronçons de galeries orientées suivant la direction de la contrainte principale majeure ce qui permet de limiter l'endommagement vertical autour de la paroi excavée et ainsi limiter la chute de bloc lors des opérations de dépose partielle du revêtement. L'architecture du stockage intègre cette contrainte.

L'interface noyau/Callovo-Oxfordien consiste en des déposes partielles par anneaux complets du revêtement sur la longueur limitée et un contact noyau/Callovo-Oxfordien au niveau de ces déposes, pour assurer la performance hydraulique attendue pour le scellement.

La longueur totale de noyau de scellement qui est de l'ordre d'une vingtaine de mètres consiste en une alternance de zones dans lesquelles le revêtement a été déposé et de zones laissées en l'état avec :

- des zones de déposes de revêtement de longueur limitée. Ces déposes sont, si nécessaire, accompagnées d'une purge de la zone endommagée du Callovo-Oxfordien. Le fractionnement de la longueur de dépose permet de garantir la tenue de la roche en voûte et la sécurité du chantier à la mise en place du scellement. La longueur cumulée des déposes permet de garantir la performance hydraulique attendue pour le scellement. Elle est choisie en tenant compte des incertitudes et des perturbations (faisabilité technique d'un contact efficace, perturbations alcalines, zones hors profil, etc.). Une certaine redondance est assurée par l'intermédiaire de déposes successives ;
- entre les déposes, des anneaux de maintien du revêtement laissés en place.

La solution de référence consiste en une purge de la zone endommagée après dépose du revêtement. Une solution en variante est également envisagée et consiste en la réalisation d'une saignée pour interrompre tout ou partie de la zone de fracturation connectée (ZFC) de la zone endommagée.

En ce qui concerne le noyau de scellement, la pression de gonflement de l'argile gonflante doit être suffisante pour assurer un contact intime avec le Callovo-Oxfordien ; pour autant, elle ne doit pas induire une extension de la roche qui l'amène à la rupture par traction. Cette qualité de contact obtenue grâce à une pression de gonflement suffisante exercée sur la roche par le noyau en bentonite une fois resaturé, permet de limiter l'extension de la zone endommagée dans le temps et favorise la fermeture des fractures dans la zone endommagée, contribuant ainsi à y rétablir une très faible perméabilité. Par ailleurs, l'ajout de matériaux (de type sable par exemple) permettra d'abaisser la pression d'entrée de gaz conférant au noyau un caractère « passant au gaz ».

En ce qui concerne le dispositif de confinement de part et d'autre du noyau des scellements de galeries, il est retenu, en tant que solution de référence, des massifs d'appui en béton ancrés dans la roche. La définition de l'ancrage et en particulier sa profondeur est une fonction des caractéristiques mécaniques de la zone fracturée.

Ce choix ne préjuge pas d'évolutions futures, notamment au travers d'optimisations, par exemple avec des scellements sans massif d'appui en béton, sur la base du retour d'expérience des démonstrateurs de scellement de galerie qui seront réalisés dans l'INB Cigéo dès la phase de réalisation initiale. l'optimisation peut se décliner en deux solutions techniques :

- une solution constituée d'un ensemble noyau en bentonite, massif en béton non ancré et remblai ;
- une solution constituée par un noyau en bentonite et du remblai.

Le schéma ci-dessous montre une illustration du scellement de galerie de référence avec massif d'appui en béton ancrés (cf. Figure 16-8) et des pistes d'optimisation (cf. Figure 16-9 et Figure 16-10).

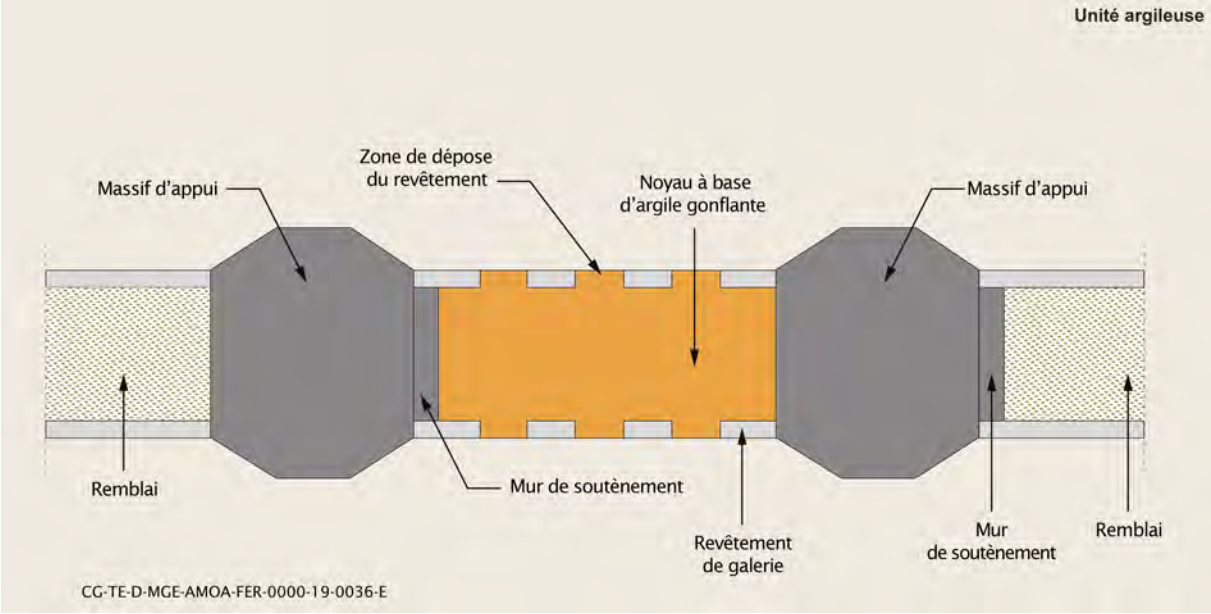


Figure 16-8 *Schéma de principe du scellement de galerie avec massifs d'appui en béton ancrés*

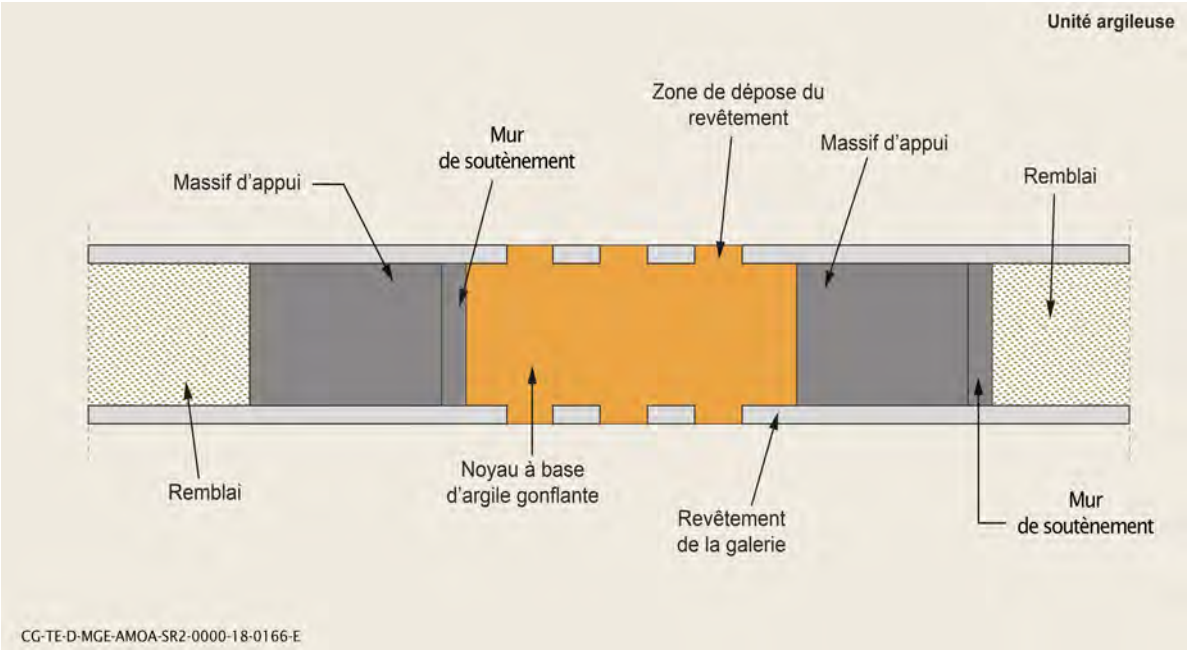


Figure 16-9 *Schéma de principe d'un scellement avec massifs d'appui non ancrés retenu en piste d'optimisation*

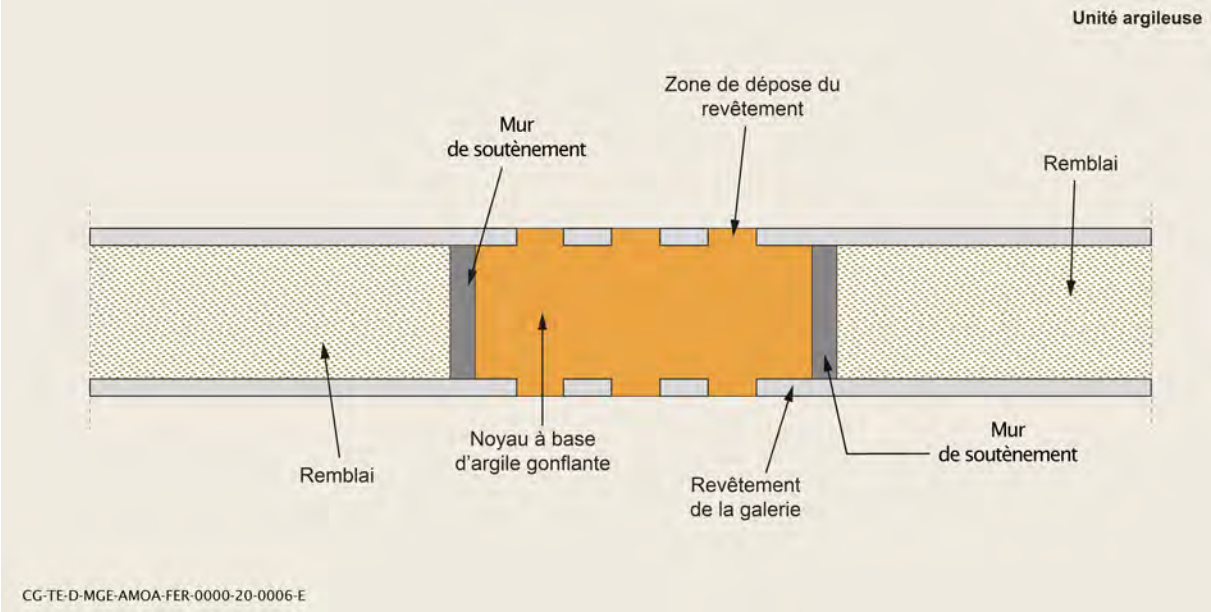


Figure 16-10 *Schéma de principe d'un scellement de galerie sans massif d'appui retenu en piste d'optimisation*

Un scellement est positionné dans chaque galerie située entre la base des liaisons surface-fond et les accès aux zones de stockage, lors de la fermeture de celles-ci (cf. Figure 16-1).

Différents scellements sont prévus :

- dans le quartier de stockage MA-VL :
  - ✓ un scellement par galerie de liaison soit deux scellements en parallèle ;
  - ✓ un scellement dans la collecte des galeries de retour d'air ;
  - ✓ un scellement dans la recoupe à l'extrémité nord-est du quartier de stockage MA-VL entre la galerie de retour d'air et la galerie travaux vers la zone de soutien logistique travaux ;
  - ✓ un scellement dans la galerie travaux vers la zone de soutien logistique travaux ;
- dans le quartier pilote HA :
  - ✓ un scellement dans la galerie de liaison process entre le quartier pilote HA et la zone de soutien logistique exploitation ;
  - ✓ un scellement dans la galerie de liaison d'évacuation/secours entre le quartier pilote HA et la zone de soutien logistique exploitation ;
  - ✓ un scellement dans la galerie de liaison travaux entre le quartier pilote HA et la zone de soutien logistique travaux ;
- dans le quartier de stockage HA :
  - ✓ un scellement dans la galerie de liaison process entre le quartier pilote HA et le quartier de stockage HA ;
  - ✓ un scellement dans la galerie de liaison d'évacuation/secours entre le quartier pilote HA et le quartier de stockage HA ;
  - ✓ un scellement dans la galerie de liaison travaux entre le quartier pilote HA et le quartier de stockage HA.

Les scellements de galerie font l'objet d'une conception adaptée selon la configuration précise de la galerie où ils sont placés : sa géométrie (par exemple, galerie longue ou galerie courte bornée par deux intersections orthogonales permettant une reprise des efforts de gonflement en buttée), ses caractéristiques mécaniques (galerie rigide ou soupe) et ses modes de réalisation (tunnelier ou méthode traditionnelle).

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1-1	Illustration du périmètre de l'INB Cigéo	13
Figure 1-2	Schéma de principe du déploiement de l'INB Cigéo	15
Figure 1-3	Principe d'organisation du bâtiment nucléaire de surface EP1 et de la tête de descenderie colis	36
Figure 1-4	Plan de la zone descenderie	37
Figure 1-5	Plan de la zone descenderie avec les accès routiers (poids lourds et véhicules légers)	39
Figure 1-6	Plan des aménagements ferroviaires du Terminal Ferroviaire nucléaire en zone descenderie	40
Figure 1-7	Plan de la zone puits	41
Figure 1-8	Plan de la zone puits avec les accès routiers (poids lourds et véhicules légers)	42
Figure 1-9	Illustration du funiculaire dans la descenderie colis transportant une hotte de colis de stockage MA-VL	45
Figure 1-10	Illustration d'ensemble des ouvrages de liaison surface-fond	46
Figure 1-11	Illustration d'ensemble de la ZSL travaux	48
Figure 1-12	Illustration d'ensemble de la zone de soutien logistique exploitation (ZSLE)	49
Figure 1-13	Illustration du quartier de stockage MA-VL	50
Figure 1-14	Illustration de la constitution d'un alvéoles de stockage MA-VL	51
Figure 1-15	Illustration en plan du quartier pilote HA	53
Figure 1-16	Illustration du robot pousseur de colis de stockage HA	54
Figure 1-17	Illustration d'un alvéole HA	55
Figure 1-18	Illustration schématique des étapes de construction et d'exploitation des ouvrages souterrains à terminaison	62
Figure 1-19	Illustration en plan de deux sous-quartiers de stockage HA	63
Figure 2-1	Synoptique du process de transfert des colis MA-VL dans l'installation nucléaire de surface	67
Figure 2-2	Synoptique du process de manutention d'un colis de stockage MA-VL, de la mise en hotte en surface jusqu'à l'accostage au fond	68
Figure 2-3	Synoptique du process de manutention d'un colis de stockage MA-VL, dans le cadre des opérations de mise en alvéole de stockage	69
Figure 2-4	Synoptique du process de transfert des colis HA0 dans lle bâtiment nucléaire de surface EP1	70
Figure 2-5	Synoptique du process de manutention d'un colis de stockage HA, de la mise en hotte en surface jusqu'à l'accostage au fond	71
Figure 2-6	Synoptique du process de manutention d'un colis de stockage HA dans le cadre des opérations de mise en alvéole	72
Figure 2-7	Modes de transport des colis privilégiés trajets de transport illustratifs	73
Figure 2-8	Réception des convois ferroviaires sur l'INB Cigéo	74
Figure 2-9	Réception des convois routiers sur l'INB Cigéo	74
Figure 2-10	Transfert des convois ferroviaires au sein de l'INB Cigéo	75
Figure 2-11	Illustration du hall de déchargement dans le bâtiment nucléaire	78
Figure 2-12	Illustration de la zone de dépose de la bride d'un emballage de transport	79
Figure 2-13	Illustration d'un emballage de transport sur son chariot au poste d'accostage	79

Figure 2-14 Schéma de principe du système de transfert des colis primaires entre la cellule de déchargement (à droite) et la cellule de préparation des colis de stockage (à gauche) 81
Figure 2-15 Illustration des zones de déchargement des colis primaires d'un emballage de transport (à gauche) et de préparation des colis de stockage (à droite) 82
Figure 2-16 Illustration d'une palette configurée pour un conteneur de stockage MA-VL et quatre conteneurs de stockage HA 83
Figure 2-17 Illustration de la localisation des transbordeurs au niveau +0 m du bâtiment nucléaire EP1 84
Figure 2-18 Illustration de la lone tampon principale des colis de stockage 85
Figure 2-19 Illustration de la zone tampon principale des colis de stockage 85
Figure 2-20 Illustration de la localisation des activités dans la zone des éventuels contrôles hors flux 86
Figure 2-21 Illustration de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL 87
Figure 2-22 Illustration de la cellule de fermeture des colis de stockage HA 88
Figure 2-23 Illustration de la cellule de réouverture des colis de stockage HA 89
Figure 2-24 Illustration de la cellule de mise en hotte de transfert MA-VL dans le batiment nucléaire EP1 90
Figure 2-25 Illustration de la cellule de mise en hotte HA dans le batiment nucléaire EP1 91
Figure 2-26 Illustration du transfert des hottes en surface dans le parc à hottes : vue de la machine à levage limité (MLL) 91
Figure 2-27 Illustration de l'ensemble navette de surface chargée de la hotte de transfert MA-VL 92
Figure 2-28 Illustration du funiculaire chargé d'une hotte de transfert HA dans la descenderie colis 93
Figure 2-29 Illustration du funiculaire en gare basse 93
Figure 2-30 Illustration du carrousel de la zone de soutien logistique exploitation 94
Figure 2-31 Illustration du carrousel - orientation d'un chariot chargé d'une hotte de transfert MA-VL 94
Figure 2-32 Illustration de la localisation des galeries de liaison (en gris) 95
Figure 2-33 Illustration de la circulation des équipements de manutention MA-VL 95
Figure 2-34 Illustration de la circulation des équipements de manutention HA 96
Figure 2-35 Schématisation du process de transfert des hottes de transfert en galerie d'accès 97
Figure 2-36 Illustration d'une navette MA-VL 97
Figure 2-37 Schématisation du process d'accostage des hottes de transfert MA-VL 98
Figure 2-38 Illustration de la cellule de manutention de l'alvéole de stockage MA-VL 98
Figure 2-39 Illustration du pont stockeur déplaçant un colis de stockage MA-VL dans la partie utile d'un alvéole de stockage MA-VL 99
Figure 2-40 Illustration de la navette HA chargée de la hotte de transfert HA 100
Figure 2-41 Illustration du transfert du colis de stockage HA dans l'alvéole de stockage HA 101
Figure 2-42 Illustration du robot pousseur du colis de stockage HA dans l'alvéole de stockage HA 101
Figure 2-43 Illustration du transfert dans le hall de déchargement de l'emballage pour sa réexpédition 102
Figure 2-44 Illustration d'un bloc de radioprotection MA-VL arrimé au grappin du pont stockeur 103
Figure 2-45 Schéma de principe d'un alvéole HA après mise en place du bouchon de fermeture 104
Figure 2-46 Illustration des fourches de manipulation des colis de stockage MA-VL dotées d'un axe de rotation déporté 105
Figure 2-47 Illustration de la pince de récupération de colis MA-VL cylindriques (stockage direct) 106

Figure 2-48 Illustration du robot de retrait du colis de stockage HA d'un alvéole de stockage HA 108
Figure 2-49 Schéma de principe de l'enchainement des opérations de retrait et transfert de colis de stockage HA d'un alvéole de stockage HA à un autre alvéole en quartier pilote HA 109
Figure 3-1 Illustration éclatée de la hotte de transfert MA-VL 113
Figure 3-2 Illustration des trois types de hottes de transfert MA-VL 114
Figure 3-3 Illustration de l'enceinte de confinement de la hotte de transfert MA-VL 115
Figure 3-4 Illustration de l'intérieur d'une hotte de transfert MA-VL équipée avec des cales de maintien des colis de stockage MA-VL 115
Figure 3-5 Illustration de la protection radiologique de la hotte de transfert MA-VL 116
Figure 3-6 Illustration de la hotte de transfert MA-VL avec la porte ouverte 116
Figure 3-7 Illustration des interfaces de manutention des hottes de transfert MA-VL 118
Figure 3-8 Illustration de l'enregistreur de choc de la hotte de transfert MA-VL 119
Figure 3-9 Principe de balayage de l'atmosphère d'une hotte de transfert MA-VL 119
Figure 3-10 Illustration de la hotte de transfert HA 120
Figure 3-11 Illustration éclatée de la hotte de transfert HA 121
Figure 3-12 Illustration du blindage d'une hotte de transfert HA 122
Figure 3-13 Illustration du fourreau mobile du colis de stockage HA de la hotte de transfert HA 123
Figure 3-14 Illustration du déchargement du colis de stockage HA (intérieur de la hotte de transfert et de l'alvéole de stockage HA) 123
Figure 3-15 Illustration du grappin de préhension du colis de stockage HA 124
Figure 3-16 Illustration de l'intérieur de la hotte de transfert HA (axe du fourreau mobile du colis de stockage HA) 124
Figure 3-17 Illustration du fourreau mobile du bouchon de la hotte de transfert HA 125
Figure 3-18 Illustration du grappin de préhension du bouchon de radioprotection provisoire d'un alvéole de stockage HA 125
Figure 3-19 Illustration du châssis de la hotte de transfert HA 126
Figure 3-20 Illustration de la localisation des connecteurs électriques de la hotte de
Figure 3-22 Illustration des joints d'une façade d'accostage MA-VL – Hotte de transfert accostée 129
Figure 4-1 Vue en coupe longitudinale du bâtiment nucléaire de surface EP1 dans le sens sud-nord 136
Figure 4-2 Illustration du bâtiment nucléaire de surface EP1 – Niveau -11 m 137
Figure 4-3 Illustration du bâtiment nucléaire de surface EP1 – Niveau +0 m 138
Figure 4-4 Illustration du bâtiment nucléaire de surface EP1 – Niveau +6 m 140
Figure 4-5 Ilustration du bâtiment nucléaire de surface EP1 – Niveau +12 m 141
Figure 4-6 Illustration du bâtiment nucléaire de surface EP1 - Niveau +18 m 143
Figure 4-7 Schéma récapitulatif des fonctions principales nécessaires à la mise en stockage des colis 144
Figure 4-8 Synoptique de transfert des colis HA0 dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 145
Figure 4-9 Synoptique de transfert des colis MA-VL dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 146
Figure 4-10 Illustration des installations de la zone descenderie 149
Figure 4-11 Caractéristiques du zonage de radioprotection aux abords des wagons (à droite de l'iconographie) 150
Figure 4-12 Schématisation du process de transfert d'un demi-convoi vers le bâtiment nucléaire de surface EP1 151
Figure 4-13 Localisation du hall de déchargement des wagons dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 152
Figure 4-14 Caractéristiques techniques du hall de déchargement des wagons 153
Figure 4-15 Illustration de l'agencement du hall de déchargement des emballages de transport 154

Figure 4-16 Illustration de la zone de chargement/déchargement des convois 154
Figure 4-17 Illustration des ponts dans le hall de déchargement des emballages de transport 156
Figure 4-18 Illustration du groupe de levage - Chaine cinématique fermée 157
Figure 4-22 Illustration du moyen de soutien du système de verrouillage des rehausses TN28 et TN843 160
Figure 4-23 Schéma de principe du déchargement des convois d'emballages de transport 161
Figure 4-24 Schématisation du process de dépose d'un wagon dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 162
Figure 4-25 Illustrations de la zone de contrôle C2 (G : Canopie fermée, D : Canopie ouverte) 163
Figure 4-26 Schéma de principe du transfert de l'emballage de transport du wagon vers le poste de retraits capots et contrôles C3 164
Figure 4-27 Schéma de principe du démontage des capots pour contrôle C3 165
Figure 4-28 Schéma de principe du basculement et transfert de l'Emballage de Transport (ET) dans la fosse puis dépose sur le chariot 166
Figure 4-29 Illustrations du transfert de l'Emballage de Transport (ET) dans la fosse 166
Figure 4-30 Localisation de la zone de préparation des emballages de transport (ET) 168
Figure 4-31 Illustration des caractéristiques des niveaux -11 m et +0 m pour la configuration des emballages de transport (ET) 169
Figure 4-32 Illustration des zones d'évolution du transbordeur d'Emballage de Transport (ET) et du chariot de transfert d'ET 171
Figure 4-35 Illustration des composants du chariot de transbordeur d'Emballages de Transport (ET)- vue de dessus 173
Figure 4-37 Schéma de principe des butées antichute du chariot transbordeur d'Emballage de Transport (ET) 175
Figure 4-38 Illustration du hall de préparation d'accostage et de ses équipements 176
Figure 4-39 Illustration du râtelier de stockage des brides d'accostage des Emballages de Transport (ET) 177
Figure 4-41 Illustration du transfert des Emballages de Transport (ET) vers un poste de préparation (niveau -11 m) 180
Figure 4-42 Schéma de principe du contrôle de la cavité interne des Emballages de Transport (C4) au niveau +0 m 181
Figure 4-43 Illustration de la mise en place d'un flexible sur un Emballage de Transport (TN28) depuis le dispositif de contrôle C4 182
Figure 4-44 Schéma de principe de la mise en place de la bride d'accostage sur la tête d'Emballage de Transport (ET) 183
Figure 4-45 Illustration des fixations de la bride sur l'Emballage de Transport (ET) 184
Figure 4-46 Illustration des racks de viroles et circuit de mise en place sur l'Emballage de Transport (ET) 184
Figure 4-47 Transfert de l'Emballage de Transport (ET) configuré au poste d'accostage, niveau -11 m 185
Figure 4-48 Illustration de la localisation des systèmes d'accostage des Emballages de Transport (ET) au niveau +0 m de la cellule de déchargement 186
Figure 4-49 Schéma de principe d'accostage d'un Emballage de Transport (ET) 187

Figure 4-50	Illustration de la zone de déchargement, de contrôles des colis primaires et de préparation des colis de stockage (filière 2)	189
Figure 4-51	Caractéristiques techniques de la cellule de déchargement des Emballages de Transport (ET) et préparation des colis de stockage (Niv +0 m)	191
Figure 4-52	Caractéristiques techniques de la cellule de déchargement des Emballages de Transport (ET) et préparation des colis de stockage (Niv +6 m)	191
Figure 4-53	Illustration de la filière 2 : déchargement, contrôle et préparation des colis de stockage	193
Figure 4-54	Illustration de la cinématique de levage d'un pont nucléarisé avec mouflage croisé non symétrique	194
Figure 4-55	Illustration du coupleur pour le changement téléopéré des moyens de manutention	195
Figure 4-56	Illustration des supports de bouchons supérieurs du système d'accostage	196
Figure 4-57	Illustration du système de transfert colis primaire par noria	197
Figure 4-58	Illustration du transbordeur noria	198
Figure 4-59	Illustration du chariot noria	198
Figure 4-60	Illustration de l'aménagement des cellules de contrôle C5	200
Figure 4-61	Exemple de robot utilisé pour réaliser les contrôles sur les colis primaires	201
Figure 4-62	Exemple de porte-outils équipés des capteurs pour l'inspection visuelle, sonde débit de dose, pince à frottis et capteur de température	201
Figure 4-63	Illustration du module de comptage et distribution des frottis	202
Figure 4-64	Illustration du bras du module trois axes et tête de l'équipement de contrôle des faces inférieures du colis primaire trous	203
Figure 4-65	Illustration du grappin de mise en place et retrait des couvercles des conteneurs de stockage	204
Figure 4-66	Schéma de principe de la potence vélocipède par arc-boutement	204
Figure 4-67	Illustration du palonnier de préhension des couvercles de conteneurs de stockage MA-VL	205
Figure 4-68	Illustration du palonnier pour conteneur HA - Palonnier pour conteneur de stockage HA	206
Figure 4-69	Illustration d'une opération d'insertion d'un colis primaire MA-VL dans un conteneur de stockage	207
Figure 4-70	Illustration de la porte simple process simple vantail avec motorisation déportée en zone arrière	208
Figure 4-71	Illustration de la porte-bouchon de la zone arrière/zone rouge	209
Figure 4-72	Schéma de principe du déchargement des colis d'un emballage de transport et de préparation des colis de stockage	209
Figure 4-73	Illustration du retrait du couvercle de l'emballage de transport	210
Figure 4-74	Schématisation du process de déchargement des emballages de transport	211
Figure 4-75	Schéma de principe du transfert du colis primaire dans la cellule de contrôle C5	212
Figure 4-76	Schéma de principe de contrôle du colis primaire (C5)	212
Figure 4-77	Illustration d'un contrôle de colis primaire	213
Figure 4-78	Illustration du tampon de colis primaires ou de colis de stockage non conformes	214
Figure 4-79	Transfert du colis primaires vers la cellule de préparation des colis de stockage	215
Figure 4-80	Illustration d'un transfert de colis primaire dans la cellule de préparation des colis de stockage	215
Figure 4-81	schéma de principe des opérations de retrait du couvercle du conteneur ou du panier	216

Figure 4-82 Schéma de principe de préparation des colis de stockage (colis primaires dans les conteneurs de stockage, paniers ou plateaux de transfert) 216
Figure 4-83 Illustration de la préparation d'un colis de stockage (colis primaire mis en conteneur de stockage) 217
Figure 4-84 Schéma de principe du retour des chariots par la noria - Retour des chariots par la noria 218
Figure 4-85 Illustration des circuits des chariots par la noria 218
Figure 4-86 Illustration de la zone d'attente des chariots au retour 219
Figure 4-87 Schéma de principe d'alimentation de la ligne de contrôle C5 en chariot de transfert de colis primaire 220
Figure 4-88 Illustration de l'alimentation d'un chariot depuis la zone de retour des chariots 220
Figure 4-89 Illustration de la zone avant n° 1 (ZAV1) de la zone de déchargement des emballages de transport 221
Figure 4-90 Illustration des zones avant n° 2 et n° 3 de la zone de déchargement des emballages de transport 221
Figure 4-91 Illustration de la zone avant n° 4 (ZAV4) de la zone de préparation des colis de stockage 222
Figure 4-92 Illustration de la localisation de la zone de réception et de préparation des conteneurs de stockage 224
Figure 4-93 Caractéristiques techniques des locaux de la zone de réception et préparation des fournitures 226
Figure 4-94 Illustration de la zone de réception et préparation des fournitures 227
Figure 4-95 Illustration de principe du convoyeur 229
Figure 4-96 Illustration des palettes configurées soit pour un conteneur de stockage MA-VL ou pour quatre conteneurs de stockage HA en nacelles 230
Figure 4-97 Schéma de principe des portes rideaux d'accès aux halls de du bâtiment nucléaire de surface EP1 231
Figure 4-98 Illustration de la zone de réception et préparation des fournitures 232
Figure 4-99 Synoptique des opérations de préparation des conteneurs, paniers et plateaux 233
Figure 4-100 Synoptique du transfert des conteneurs neufs dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 234
Figure 4-101 Illustration de la localisation de la zone d'évolution des transbordeurs et chariots 235
Figure 4-102 Caractéristiques techniques de la zone d'évolution des transbordeurs et des chariots 236
Figure 4-103 Illustration du transbordeur transportant un chariot et une palette de colis de stockage HA 237
Figure 4-107 Illustration du chariot de transbordeur 241
Figure 4-108 Illustration de la zone tampon principale des colis de stockage 242
Figure 4-109 Illustration des pieds de maintien des palettes 243
Figure 4-110 Illustration des barrières antichute chariot de la zone tampon principale des colis de stockage 243
Figure 4-111 Illustration type d'implantation d'une table tournante et motorisation déportée en zone arrière de cellule (ZAR) 244
Figure 4-112 Illustration des zones d'évolution des transbordeurs et chariots - localisation des zones tampon de colis de stockage 245
Figure 4-113 Illustration du process de transfert d'un colis de stockage sur palette 246
Figure 4-114 Illustration du process de dépose d'une palette en zone tampon principale 247

Figure 4-115 Illustration de la localisation de la zone de fermeture des colis de stockage MA-VL dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 248
Figure 4-116 Caractéristiques techniques de la zone de fermeture des colis de stockage MA-VL 250
Figure 4-117 Illustration de l'agencement de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL 251
Figure 4-118 Illustration du portique de vissage des conteneurs de stockage MA-VL chargés de colis primaires et sous ensemble mât télescopique 252
Figure 4-119 Illustration des différents niveaux de la zone arrière de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL 253
Figure 4-120 Illustration du poste de désachage du prémix 254
Figure 4-121 Illustration du poste de préparation du liant de clavage 255
Figure 4-122 Illustration du poste d'injection du liant de clavage 256
Figure 4-123 Illustration des positions de la trémie sur le convoyeur 256
Figure 4-124 Illustration du poste de contrôle du liant de clavage 257
Figure 4-125 Illustration de l'agencement des convoyeurs et du sas d'introduction des trémies de liant de clavage en zone arrière de la cellule de fermeture des colis de stockage MA-VL 258
Figure 4-126 Illustration de la porte du sas côté ZAR et porte du sas côté cellule de conditionnement MA-VL 259
Figure 4-127 Illustration de la partie basse du mât de portique de clavage et contrôle C6 260
Figure 4-128 Schéma de principe de la fermeture des colis de stockage MA- VL 261
Figure 4-129 Schéma de principe des opérations de vissage 261
Figure 4-130 Schéma de principe du process de préparation du liant de clavage 262
Figure 4-131 Schéma de principe du process de clavage des colis de stockage MA-VL 263
Figure 4-132 Illustration d'une opération de clavage d'un colis de stockage MA-VL 264
Figure 4-133 Illustration de la localisation de la cellule de fermeture des colis de stockage HA dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 266
Figure 4-134 Caractéristiques techniques de la zone de fermeture des colis de stockage HA (niveau + 0.00) 267
Figure 4-135 Illustration de la cellule de fermeture des colis de stockage HA 268
Figure 4-136 Illustration d'un chariot-porte, rack en cours de transfert dans l'enceinte à vide de la casemate de soudage 269
Figure 4-137 Illustration de la motorisation de la chaîne pousseuse de la cellule de fermeture des colis de stockage HA 270
Figure 4-138 Illustration du poste d'accueil de la palette en cellule de fermeture HA et poste de de préparation des surfaces de soudage 271
Figure 4-139 Illustration de l'enceinte de soudage et sa porte motorisée coulissante deux axes (parois de la casemate et des murs de cellule non représentés) 272
Figure 4-140 Illustration de la table de translation verticale du canon à faisceau d'électrons de la cellule de fermeture des colis de stockage HA 273
Figure 4-141 Illustration de l'implantation du circuit de refroidissement du canon de soudage et pompes associées 274
Figure 4-142 Illustration de la casemate d'usinage 274
Figure 4-144 Illustration de l'unité d'usinage de la cellule de fermeture des colis de stockage HA 277
Figure 4-145 Illustration du poste de changeur d'outil et vue de dessus des emplacements des fraises d'usinage 278
Figure 4-146 Illustration de deux postes de détensionnement en cellule de fermeture des colis de stockage HA 279
Figure 4-147 Schéma de principe du process de détensionnement 280
Figure 4-148 Schéma de principe de levage d'un colis de stockage HA aux postes de détensionnement 281

Figure 4-149 Illustration du chariot de transfert de détensionnement des colis de stockage HA 282
Figure 4-150 Illustration des actionneurs principal et secours des taquets du chariot de détensionnement des colis de stockage HA 282
Figure 4-151 Principe des postes de détensionnement de la cellule de fermeture des colis de stockage HA 283
Figure 4-152 Illustration de l'inducteur et de la structure béton du détensionnement des colis de stockage HA 284
Figure 4-153 Illustration du dispositif d'induction des colis de stockage HA 284
Figure 4-157 Schéma de principe de la fermeture des colis de stockage HA 289
Figure 4-158 Schéma de principe du transfert entre les différents postes de la cellule de fermeture des colis de stockage HA 290
Figure 4-159 Exemple d'une porte-chariot (contrôle C6) 291
Figure 4-160 Schéma de principe du process de soudage des couvercles de conteneurs de stockage HA 292
Figure 4-161 Schéma de principe du process d'usinage 293
Figure 4-162 Schématisation du process de détensionnement 294
Figure 4-163 Illustration des constituants du poste de détensionnement 295
Figure 4-164 Schématisation du process de contrôle C6 et tête de contrôle 296
Figure 4-165 Illustration de la localisation de la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 298
Figure 4-166 Caractéristiques techniques de la réouverture de colis de stockage MA-VL (Niv +0 m et +6 m) 300
Figure 4-167 Illustration de l'implantation de la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL 301
Figure 4-171 Illustration du sas de propreté de réouverture des colis de stockage MA-VL 304
Figure 4-173 Illustration du poste de contrôle de contamination des colis primaires dans la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL 306
Figure 4-174 Illustration de l'agencement de la cellule de réouverture de colis de stockage MA-VL 307
Figure 4-175 Illustration des équipements de la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL 308
Figure 4-176 Illustration de la zone avant de la cellule de réouverture des colis de stockage MA-VL comprenant trois postes de télémanipulation et pupitres locaux associés 309
Figure 4-177 Illustration de la localisation de la cellule de réouverture des colis de stockage HA 310
Figure 4-178 Caractéristiques techniques de la cellule de réouverture HA niveaux +0 m et +6 m 311
Figure 4-179 Illustration de la cellule de réouverture des colis de stockage HA 313

Figure 4-182 Illustration de l'aspirateur de cellule de réouverture des colis de stockage 316
Figure 4-183 Illustration de la dépose d'un frottis avec un télémanipulateur au poste de contrôle de contamination de la cellule de réouverture des colis de stockage HA 317
Figure 4-184 Illustration de l'implantation de la cellule de réouverture des colis de stockage HA 318
Figure 4-185 Illustration de la position de l'outil de tronçonnage lors de la découpe du couvercle du colis de stockage HA 318
Figure 4-186 Illustration de la localisation de la zone de mise en hotte de transfert MA-VL dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 320
Figure 4-187 Caractéristiques techniques de la cellule de mise en hotte MA-VL (Niv +0.00) 321
Figure 4-188 Caractéristiques techniques de la cellule de mise en hotte MA-VL (niveau +6 m) 322
Figure 4-189 Illustration de l'agencement d'une cellule de mise en hotte MA-VL 323
Figure 4-190 Illustration du palonnier de manutention des colis de stockage MA-VL 324
Figure 4-191 Principe d'entrainement du vérin à vis d'ouverture/fermeture du palonnier de manutention des colis de stockage MA-VL 325
Figure 4-192 Illustration du système d'équilibrage du palonnier de manutention des colis de stockage MA-VL 326
Figure 4-193 Illustration du système de chargement des colis de stockage MA-VL depuis la cellule de mise en hotte (MA-VL) 327
Figure 4-194 Schéma de principe de chargement des colis de stockage MA-VL en hotte 329
Figure 4-195 Schéma de principe du transfert du colis de stockage MA-VL depuis l'entreposage tampon vers la cellule de mise en hotte MA-VL 330
Figure 4-196 Transfert du colis de stockage MA-VL sur l'élévateur 331
Figure 4-197 Shéma de principe du process d'ouverture d'une façade d'accostage MA-VL 332
Figure 4-198 Schéma de principe du process de mise en hotte des colis de stockage MA-VL 333
Figure 4-199 Illustration de la localisation des zones avant (ZAV) des cellules de mise en hotte MA-VL 334
Figure 4-200 Illustration de la localisation de la zone de mise en hotte HA dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 335
Figure 4-201 Caractéristiques techniques de la zone de mise en hotte HA (niveau +0 m) 336
Figure 4-202 Caractéristiques techniques de la zone de mise en hotte HA (niveau +6 m) 337
Figure 4-203 Illustration de la zone de mise en hotte des colis de stockage HA 337
Figure 4-204 Illustration du contrôle de contamination et de débit de dose sur les faces latérales et inférieure des colis de stockage HA (C7) 339
Figure 4-205 Illustration du poste basculeur de colis de stockage HA (paroi de la cellule non représentée) 339
Figure 4-206 Schéma de principe de la mise en hotte des colis de stockage HA 341
Figure 4-207 Schéma de principe du transfert d'une palette puis d'un colis de stockage HA vers le poste de contrôle C7 342
Figure 4-208 Illustration du transfert d'un colis de stockage HA de la palette en cellule de mise en hotte HA 343
Figure 4-209 Schéma de principe du déroulement des opérations de contrôle C7 du colis de stockage HA 343
Figure 4-210 Schéma de principe du transfert et mise à l'horizontale des colis de stockage HA 344
Figure 4-211 Illustration du transfert dans le basculeur, indexage et mise de l'horizontale du colis de stockage HA 345

Figure 4-212 Schéma de principe d'ouverture du bouchon d'exploitation de la hotte de transfert HA 345
Figure 4-213 Illustration du grappin de préhension du bouchon d'exploitation de la hotte de transfert HA 346
Figure 4-214 Schématisation du process de mise en hotte d'un colis de stockage HA 347
Figure 4-215 Illustration des positions de la hotte de transfert HA 347
Figure 4-216 Illustration de la localisation prévisionnelle de la zone des contrôles hors flux dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 349
Figure 4-217 Illustration de la localisation prévisionnelle des activités dans la zone de contrôles hors flux du bâtiment nucléaire de surface EP1 350
Figure 4-218 Caractéristiques techniques de la zone de contrôles hors flux (niveau +0 m) 351
Figure 4-219 Caractéristiques techniques de la zone de contrôles hors flux (niveau +6 m) 352
Figure 4-220 Illustration de la cellule de préparation aux contrôles hors flux 353
Figure 4-221 Illustration de la cellule de contrôle C5 hors flux 354
Figure 4-222 Exemple d'implantation de la cellule de contrôle de dégazage 355
Figure 4-223 Schéma de principe d'aménagement d'un local technique de la cellule de dégazage 355
Figure 4-224 Illustration de la cellule d'imagerie RXHE 356
Figure 4-225 Illustration de la cellule de spectrométrie gamma 357
Figure 4-226 Illustration du transfert des colis de stockage vers la cellule de préparation des contrôles hors flux. Extraction des colis primaires des conteneurs de stockage ou paniers 358
Figure 4-227 Illustration de la localisation de la zone de transfert des hottes dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 361
Figure 4-228 Caractéristiques techniques du parc à hottes (Niv +0 m) 362
Figure 4-229 Caractéristiques techniques de la sur-cellule parc à hottes et zone de maintenance des hottes (niveau +12 m) 362
Figure 4-230 Illustration du parc à hottes 363
Figure 4-231 Illustration de la façade d'accostage et de la table d'accostage des hottes MA-VL (côté parc à hottes) 364
Figure 4-232 Illustration de la façade d'accostage et de la table d'accostage des hotte de transfert HA (côté parc à hottes) 365
Figure 4-233 Illustration de la machine à levage limité transportant une hotte de transfert HA 366
Figure 4-234 Illustration de la navette de surface des hottes 367
Figure 4-235 Illustration de la table tournante de hotte en surface 369
Figure 4-236 Illustration de l'agencement de la zone du parc à hotte 370
Figure 4-237 Schéma de principe du désaccostage de la hotte de transfert HA 370
Figure 4-238 Schéma de principe du désaccostage de la hotte de transfert MA-VL 371
Figure 4-239 Illustration d'une hotte de transfert MA-VL accostée et du lecteur de radio identification 371
Figure 4-240 Schéma de principe du transfert de la hotte par la machine à levage limité (MLL) 372
Figure 4-241 Schéma de principe du transfert des hottes dans l'ouvrage de liaison à la tête de descenderie colis 373
Figure 4-242 Illustration d'une navette de surface avec une hotte de transfert HA 373
Figure 4-243 Illustration de la localisation du laboratoire du bâtiment nucléaire de surface EP1 377
Figure 4-244 Illustration de la localisation atelier chaud EP1 niveau +6 m 378
Figure 4-245 Illustration de la localisation atelier chaud EP1 niveau +12 m 378
Figure 4-246 Illustration de la localisation des magasins du niveau +0 m 379
Figure 4-247 Illustration de la localisation des magasins du niveau +6 m 380
Figure 4-248 Illustration de la localisation des magasins du niveau +12 m 381
Figure 4-249 Illustration de la localisation du sas camion pour l'acheminement des matériels et consommables 383

Figure 4-250 Illustration de la localisation sur sas camion d'évacuation des déchets induits niveau +12 m 384
Figure 4-251 Illustration de la localisation du sas camion de manutention des hottes niveau +12 m 385
Figure 4-252 Illustration de la localisation des sur-cellules et salles introduction de matériel niveau +6 m 387
Figure 4-253 Illustration de la localisation des sur-cellules et salles introduction de matériel niveau +12 m 388
Figure 4-254 Illustration de la localisation du local de maintenance des hottes 390
Figure 4-255 Illustration des zones de maintenance des hottes en surface 391
Figure 4-256 Illustration de la zone vestiaire en zone conventionnelle au niveau +12 m du bâtiment nucléaire de surface EP1 393
Figure 4-257 Illustration de la localisation du monte-charge de matériels 394
Figure 4-258 Schéma de principe d'évacuation des conteneurs et paniers vides vers le monte-charge (niveau +0 m) 395
Figure 4-259 Schéma de principe d'évacuation des conteneurs et paniers vides vers le monte-charge (niveau +12 m) 396
Figure 4-260 Illustration de la localisation du local d'entreposage des blocs de fermeture niveau +12 m 397
Figure 4-261 Illustration des blocs constitutifs du bâtiment nucléaire de surface EP1, de la tête de descenderie colis et de l'ouvrage de liaison 398
Figure 4-262 Schéma de principe du système d'étanchéité du bâtiment nucléaire de surface et de drainage sous radiers associé 402
Figure 4-263 Illustration du système de drainage et d'étanchéité vue en coupe 402
Figure 4-264 Illustration de la localisation de la tête de descenderie 403
Figure 4-265 Illustration des blocs de génie civil constitutifs de la tête de descenderie 404
Figure 4-266 illustration en coupe de la tête de descenderie du funiculaire 405
Figure 4-267 Vue en plan des niveaux de la tête de descenderie 406
Figure 4-268 Caractéristiques techniques de la gare haute en tête de descenderie 407
Figure 4-269 Illustration du pont de maintenance de la table de chargement dans le sas de la gare haute 409
Figure 4-270 Illustration du funiculaire en gare haute, vue de la fosse de visite sous le funiculaire 409
Figure 4-271 Illustration de la localisation de la zone de maintenance dans la tête de descenderie 410
Figure 4-272 Illustration du chariot de maintenance du funiculaire en fonction maintenance porteur de deux poulies 411
Figure 4-273 Illustration du chariot de maintenance du funiculaire en fonction maintenance sans poulie 411
Figure 4-274 Illustration du pont roulant de la zone de maintenance du funiculaire 412
Figure 4-275 Illustration de la localisation de la zone de machinerie funiculaire du bâtiment tête de descenderie (niveau +5 m) 413
Figure 4-276 Illustration de la zone amont de la tête de descenderie colis (atelier, zone de maintenance, zone de stockage) 414
Figure 4-277 Illustration de la localisation des portes au niveau +0 dans la tête de descenderie colis 415
Figure 4-278 Illustration des orifices de passage des éléments de continuité fonctionnelle de la porte séparant la gare haute et la zone de maintenance du funiculaire 416
Figure 4-279 Illustration de la porte – côté zone de maintenance du funiculaire 416
Figure 4-280 Illustration de la localisation du sas camion de la tête de descenderie colis 417
Figure 4-281 Schématisation du process de déchargement du funiculaire 418
Figure 4-282 Illustration de la localisation des zones d'attente en dérivation et de la position d'arrêt du funiculaire pour le chargement et déchargement des hottes 419
Figure 4-283 Schématisation du process de chargement du funiculaire 420

Figure 4-284 Principes d'exploitation du parc à hottes 421
Figure 4-285 Localisation de la zone du terminal ferroviaire nucléaire en zone descenderie 422
Figure 4-286 Schéma fonctionnel du terminal ferroviaire nucléaire 423
Figure 4-289 Illustration de la localisation du de l'ouvrage ETH 428
Figure 4-290 Illustration du niveau +0 m de l'ouvrage ETH 429
Figure 4-291 Illustration du niveau +6 m de l'ouvrage ETH 430
Figure 4-292 Illustration du niveau +12 m de l'ouvrage ETH 431
Figure 4-293 Illustration du portique de déchargement des wagons pour dépose sur Lorry 433
Figure 4-294 Schéma de principe du lorry motorisé ETH 434
Figure 4-295 Schéma de principe de réception des emballages dans le hall de déchargement du bâtiment de réception des emballages de transport à déchargement horizontal (ETH) 436
Figure 4-296 Illustration de la préparation des emballages à déchargement horizontal dans le sas 438
Figure 4-297 Illustration du déchargement des emballages dans la cellule de déchargement des emballages de transport à déchargement horizontal 440
Figure 4-298 Illustration du contrôle C5 des colis primaires dans le bâtiment ETH 441
Figure 4-299 Illustration de la préparation des colis de stockage dans le bâtiment de réception des emballages de transport à déchargement horizontal 443
Figure 4-300 Illustration de l'aménagement du site à l'issue de la construction du bâtiment nucléaire de surface EP2 444
Figure 4-301 Mesures conservatoires pour le raccordement ferré du bâtiment nucléaire de surface EP2 445
Figure 4-302 Illustration de l'ouvrage de liaison de la tête de descenderie à EP2 445
Figure 4-303 Illustration des zones du bâtiment nucléaire de surface EP2 447
Figure 4-304 Schématisation du process de déchargement des emballages de transport dans le bâtiment EP2 449
Figure 4-305 Schématisation du process de déchargement des colis primaires et de confection des colis de stockage jusqu'à leur mise en hotte dans le bâtiment nucléaire de surface EP2 451
Figure 5-1 Illustration de la localisation des ouvrages de la descenderie colis 454
Figure 5-2 Illustration de la localisation des ouvrages de la descenderie colis et de la ZSL Exploitation 455
Figure 5-3 Schéma en coupe de la descenderie colis et du système funiculaire 456
Figure 5-4 Schéma de principe du fonctionnement de la boucle mouflée 456
Figure 5-5 Illustration de la localisation de la tête de descenderie colis 457
Figure 5-6 Illustration de l'aménagement de la tête de descenderie colis 458
Figure 5-7 Illustration de la machinerie du funiculaire 459
Figure 5-8 Illustration du système de tension par contrepoids 459
Figure 5-9 Illustration des butoirs de fin de voie - en position « sortie » à gauche et « rentrée » à droite 460
Figure 5-10 Illustration de la zone de chargement/déchargement en gare haute du funiculaire 460
Figure 5-11 Illustration de la descenderie colis – Section en dehors du Callovo-Oxfordien 461
Figure 5-12 Descenderie colis – Section dans le Callovo-Oxfordien 462
Figure 5-13 Illustration de la descenderie colis – Gare basse – Coupe verticale et sections 463
Figure 5-14 Illustration de l'aménagement de la gare basse du funiculaire 464
Figure 5-15 Illustration de la zone de renvoi du câble en gare basse du funiculaire 465
Figure 5-16 Illustration du carrousel de la zone de soutien logistique exploitation 465

Figure 5-17 Illustration de la localisation et de la section des galeries de liaison MA-VL 467
Figure 5-18 Illustration de la localisation et de la section de la galerie de liaison HA 468
Figure 5-19 Illustration de la localisation des sas écluses et des portes de sectorisation du carrousel 469
Figure 5-20 Illustration du véhicule funiculaire chargé d'une hotte HA en descenderie colis 470
Figure 5-21 Illustration du véhicule funiculaire chargé d'une hotte de transfert MA-VL 470
Figure 5-22 Illustration d'une des deux poulies de synchronisation du véhicule funiculaire 471
Figure 5-23 Principe de verrouillage de la hotte sur le funiculaire 472
Figure 5-24 Illustration du dispositif d'anti-soulèvement du véhicule funiculaire 472
Figure 5-25 Illustration de la localisation du système de freins d'arrêt d'urgence embarqué sur le véhicule funiculaire 473
Figure 5-26 Illustration de freins à mâchoires 473
Figure 5-27 Illustration du positionnement des garnitures du système de freins d'arrêt d'ultime secours du véhicule funiculaire 474
Figure 5-28 Illustration du positionnement des batteries et armoires électriques du véhicule funiculaire 475
Figure 5-29 Illustration des fixations rail du funiculaire 476
Figure 5-30 Illustrations du galet moteur et du galet retour du système funiculaire 476
Figure 5-31 Illustration de l'ensemble chariot de transfert fond 477
Figure 5-32 Illustration de l'ensemble chariot de transfert fond chargé d'une hotte de transfert MA-VL 478
Figure 5-33 Illustration de l'ensemble chariot de transfert fond chargé d'une hotte de transfert HA 478
Figure 5-34 Illustration du système anti-soulèvement du chariot de transfert fond 479
Figure 5-35 Illustration de la motorisation du chariot de transfert fond 479
Figure 5-36 Illustration des systèmes de freinage du chariot de transfert fond 480
Figure 5-37 Illustration des amortisseurs du chariot de transfert fond 481
Figure 5-38 Illustration du système de levage du chariot de transfert fond 481
Figure 5-39 Illustration de l'ensemble voies de roulement du chariot de transfert fond 482
Figure 5-40 Illustration de la table tournante des chariots de transfert fond 483
Figure 5-41 Illustration de la table tournante de voies 483
Figure 5-42 Illustration des règles d'exploitation de la zone carrousel 485
Figure 5-43 Synoptique du process de transfert du funiculaire vers la gare basse 486
Figure 5-44 Synoptique du process de déchargement et de chargement du funiculaire par les chariots de transfert fond 487
Figure 5-45 Synoptique du transfert du funiculaire vers la gare haute 487
Figure 6-1 Illustration de la localisation du quartier de stockage MA-VL dans l'architecture souterraine 492
Figure 6-2 Illustration des ouvrages du quartier de stockage MA-VL à terminaison 493
Figure 6-3 Illustration de la pente d'un alvéole au sein du quartier de stockage MA-VL 494
Figure 6-4 Illustration du quartier de stockage MA-VL – Localisation des galeries de liaison exploitation après mise en service de l'ensemble des alvéoles de stockage MA-VL du quartier de stockage MA-VL 494
Figure 6-5 Illustration du quartier de stockage MA-VL – Galerie exploitation – Section courante 495
Figure 6-6 Illustration du quartier de stockage MA-VL – Localisation des galeries travaux après mise en service de l'ensemble des alvéoles de stockage MA-VL du quartier de stockage MA-VL 496
Figure 6-7 Illustration du quartier de stockage MA-VL – Localisation des galeries de retour d'air après mise en service de l'ensemble des alvéoles de stockage MA-VL du quartier de stockage MA-VL 497
Figure 6-8 Illustration de la galerie de retour d'air du quartier de stockage MA-VL 498

Figure 6-9	Illustration de la galerie de collecte des GRA (section courante) du quartier de stockage MA-VL	499
Figure 6-10	Illustration de la localisation des galeries borgnes du quartier de stockage MA-VL	500
Figure 6-11	Illustration du positionnement de la galerie d'accès d'un alvéole de stockage MA-VL	500
Figure 6-12	Illustration de l'intersection entre galerie de liaison et galerie d'accès MA-VL, rails et table de voie	501
Figure 6-13	Illustration des locaux électriques dans la galerie d'accès	502
Figure 6-14	Illustration de la navette MA-VL	502
Figure 6-15	Illustration de la localisation du démonstrateur d'alvéole MA-VL dans le quartier de stockage MA-VL	503
Figure 6-16	Schématisation du process de transfert des hottes en galerie d'accès d'un alvéole de stockage MA-VL	504
Figure 6-17	Illustration de la façade d'accostage vue depuis la galerie d'accès de l'alvéole de stockage MA-VL	504
Figure 6-18	Illustration du du process d'accostage des hottes de transfert MA-VL	505
Figure 6-19	Illustration des zones fonctionnelles de l'alvéole de stockage MA-VL	506
Figure 6-20	Illustration de l'aménagement de la zone d'accostage de l'alvéole MA-VL en galerie d'accès à l'alvéole de stockage MA-VL	507
Figure 6-21	Illustration de l'implantation du sas d'accès à la cellule de manutention de l'alvéole de stockage MA-VL	508
Figure 6-22	Illustration de la cellule de manutention d'un alvéole de stockage MA-VL	509
Figure 6-23	Illustration de écran de radioprotection fermé (vue de gauche) et ouvert (vue de droite) d'un alvéole de stockage MA-VL	510
Figure 6-24	Illustration des sections des alvéoles de stockage MA-VL de la tranche 1	510
Figure 6-25	Illustration du remplissage des alvéoles de stockage MA-VL par nappes	511
Figure 6-26	Illustration des blocs de radioprotection MA-VL (vue en plan)	512
Figure 6-27	Illustration des blocs de radioprotection MA-VL (vue en coupe)	512
Figure 6-28	Illustration de la paroi de radioprotection de fond d'alvéole de stockage MA-VL	513
Figure 6-29	La jonction de retour d'air d'un alvéole de stockage MA-VL	514
Figure 6-30	Illustration du pont stockeur MA-VL	514
Figure 6-31	Illustration du pont stockeur - Fourches pour colis parallélépipédiques MA-VL	515
Figure 6-32	Illustration du pont stockeur - Pince pour colis cylindriques en stockage direct MA-VL	516
Figure 6-33	Illustration de la cellule de manutention et le chariot stockeur pour l'alvéole de stockage dédié au stockage des colis CS6	517
Figure 6-34	Illustration du chariot stockeur des colis de stockage MA-VL CS6	517
Figure 6-35	Illustration du process de déchargement des hottes de transfert MA-VL	519
Figure 6-36	Illustration des opérations de déchargement des hottes de transfert MA-VL	519
Figure 6-37	Illustration du process de transfert du colis de stockage MA-VL dans la cellule de manutention d'un alvéole de stockage MA-VL	520
Figure 6-38	Illustration du transfert du colis de l'élévateur au pont stockeur	520
Figure 6-39	Schématisation du process de mise en stockage du conteneur de stockage MA-VL	521
Figure 6-40	illustration des palettes de transfert pour les colis MA-VL en stockage direct	522
Figure 6-41	Schématisation du process de retour de la hotte de transfert MA-VL en galerie liaison	522
Figure 7-1	Illustration de la localisation du quartier pilote HA	527
Figure 7-2	Illustration des ouvrages du quartier pilote HA	529
Figure 7-3	Illustration en coupe de la galerie d'évacuation/secours du quartier pilote HA	529
Figure 7-4	Vue illustrative en coupe d'un alvéole du quartier pilote HA	531

Figure 7-5 Illustration en coupe de la tête d'un alvéole du quartier pilote HA (bride et contre-bride, dispositif de prélèvement et de balayage interne à l'alvéole non représenté) 532
Figure 7-6 Illustration du bouchon de radioprotection d'exploitation d'un alvéole de stockage HA du quartier pilote HA 533
Figure 7-7 Illustration en coupe d'un alvéole de stockage HA du quartier pilote HA après mise en place du bouchon de fermeture 534
Figure 7-8 Illustration du principe de production et de distribution d'azote au droit de chaque alvéole 535
Figure 7-9 Illustration de la gestion des eaux d'exhaure du quartier pilote HA 536
Figure 7-10 Illustration du principe de la circulation des équipements de manutention dans le quartier pilote HA (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès) 537
Figure 7-11 Illustration d'un chariot circulant en galerie de liaison 537
Figure 7-12 Illustration d'une navette en galerie d'accès 538
Figure 7-13 Illustration de la table tournante de voie à l'intersection galerie d'accès/galerie de liaison 538
Figure 7-14 Illustration d'un navette HA 539
Figure 7-15 Illustration d'un navette HA transportant une hotte de transfert HA 540
Figure 7-16 Illustration du robot bride et de mesures 541
Figure 7-17 Illustration d'un détail du système de préhension de la bride 542
Figure 7-18 Illustration de la composition de la hotte et du châssis du robot pousseur 543
Figure 7-19 Illustration du grappin de préhension du bouchon de radioprotection d'exploitation 544
Figure 7-20 Illustration du robot pousseur de colis de stockage HA dans un alvéole de stockage HA 544
Figure 7-21 Exemple de cycle du robot pousseur 545
Figure 7-22 Illustration du robot tireur 546
Figure 7-23 Illustration de la hotte et du châssis du robot de retrait 547
Figure 7-24 Schématisation du process de la prise en charge des hottes en galerie d'accès (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès) 549
Figure 7-25 Schématisation du process de transfert de la hotte en galerie d'accès (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès) 549
Figure 7-26 Schéma du process d'ouverture d'un alvéole du quartier pilote HA (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès) 550
Figure 7-27 Illustration du process d'ouverture d'un alvéole du quartier pilote HA (vue en écorché) 551
Figure 7-28 Illustration du process de transfert du colis de stockage en tête d'alvéole HA (vue en écorché) 551
Figure 7-29 Illustration du process de fermeture de l'alvéole HA (vue en écorché) 552
Figure 7-30 Schéma du process de transfert de la hotte vide vers la galerie de liaison (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès) 552
Figure 7-31 Schéma du process de transfert et d'accostage du robot pousseur (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès) 553
Figure 7-32 Schématisation du process d'ouverture des alvéoles de stockage HA par le robot pousseur (vue en écorché) 553
Figure 7-33 Schématisation du process de poussée du colis de stockage dans l'alvéole de stockage HA (vue en écorché) 554
Figure 7-34 Schématisation du process de fermeture de l'alvéole de stockage HA par le robot pousseur (vue en écorché) 554
Figure 7-35 Schématisation du process de retour en position de garage du robot pousseur en galerie d'accès (GAC) 555
Figure 7-36 Illustration de la localisation des alvéoles témoins dans le quartier pilote HA 556

Figure 7-37 Illustration d'un alvéole de stockage HA après mise en place du bouchon de fermeture (dispositif de prélèvement et de balayage interne à l'alvéole de stockage non représenté) 558
Figure 7-38 Illustration des ouvrages du quartier de stockage HA 561
Figure 7-39 Schéma de principe de la gestion des eaux d'exhaure du quartier de stockage HA (sous quartiers tronqués dans leur longueur) 563
Figure 7-40 Schématisation du process d'ouverture des alvéoles de stockage HA (GLI : galerie de liaison, GAC : galerie d'accès) 564
Figure 8-1 Illustration de la localisation de la tête de la descenderie de service – zone descenderie 566
Figure 8-2 Illustration en perspective de la tête de la descenderie de service - zone descenderie 567
Figure 8-3 Illustration des flux d'extraction d'air normal/secours de la descenderie de service 568
Figure 8-4 Illustration de la localisation des émergences du puits de ventilation air frais exploitation (VFE) - zone puits 569
Figure 8-5 Illustration en perspective des émergences du puits ventilation air frais exploitation (VFE) 570
Figure 8-6 Illustration de l'usine de ventilation du puits ventilation air frais exploitation, niveau inférieur 572
Figure 8-7 Illustration de l'usine de ventilation du puits ventilation air frais exploitation, niveau supérieur 572
Figure 8-8 Illustration du chevalement du puits ventilation air frais exploitation, vue en coupe 573
Figure 8-9 Illustration de la localisation des vestiaires/lampisteries du puits ventilation air frais exploitation 574
Figure 8-10 Localisation des émergences du puits de ventilation air vicié exploitation (VVE) - zone puits 575
Figure 8-11 Illustration en perspective des émergences du puits ventilation air vicié exploitation (VVE) 576
Figure 8-12 Illustration de l'usine de ventilation du puits ventilation air vicié exploitation niveau inférieur 577
Figure 8-13 Illustration de l'usine de ventilation du puits ventilation air vicié exploitation, niveau intermédiaire à gauche et niveau supérieur à droite 578
Figure 8-14 Illustration de localisation du bâtiment sûreté/sécurité/environnement de la zone descenderie 579
Figure 8-15 Illustration de la localisation du bâtiment de lutte incendie et de secours aux victimes de la zone puits 580
Figure 8-17 Illustration de la localisation de la pomperie incendie et de ses réservoirs - zone descenderie 583
Figure 8-18 Illsutration de la localisation de la pomperie incendie et de ses réservoirs - zone puits 584
Figure 8-19 Illustration de la localisation de la centrale de secours et de ses réservoirs fioul en zone descenderie 585
Figure 8-20 Illustration de la localisation de la centrale de secours et de ses réservoirs fioul en zone puits 585
Figure 8-21 Illustration de la localisation des ouvrages de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnelles en zone descenderie 588
Figure 8-22 Illustration de la localisation des infrastructures de gestion des eaux et de traitement des effluents liquides conventionnelles en zone puits 589
Figure 8-23 Illustration de la localisation de la station de traitement des eaux usées de la zone descenderie 591
Figure 8-24 Illustration de localisation de la station de traitement des eaux usées de la zone puits 591
Figure 8-25 Schéma illustratif de la filière de traitement des eaux usées 592

Figure 8-26	Illustration de la station de traitement des eaux usées – vue en plan type (zone descenderie et zone puits)	593
Figure 8-27	Illustration de la localisation des ouvrages de la filière de traitement des eaux de fond en zone descenderie	594
Figure 8-28	Illustration de la localisation de ouvrages de la filière de traitement des eaux de fond en zone puits	594
Figure 8-29	Synoptique simplifié de la filière de traitement complémentaire des eaux de fond	595
Figure 8-30	Illustration de l'unité de traitement des eaux de fond – vue en plan type zone descenderie et zone réservoirs de distribution des eaux recyclées	596
Figure 8-31	Illustration de la localisation des réservoirs de distribution des eaux recyclées en zone descenderie	596
Figure 8-32	Illustration de la localisation des réservoirs de distribution des eaux recyclées en zone puits	597
Figure 8-33	Illustration de la localisation des ouvrages liés à la gestion des eaux pluviales en zone descenderie	598
Figure 8-34	Illustration de la localisation des ouvrages liés à la gestion des eaux pluviales en zone puits	599
Figure 8-35	Illustration de l'ouvrage de régulation de sortie des bassins qualitatifs	600
Figure 8-36	Illustration du synoptique simplifié de la station de traitement des eaux de verses	602
Figure 8-37	Illustration de la localisation des ouvrages de gestion de l'argilite excavée sur la zone puits	603
Figure 8-38	Illustration du bâtiment de gestion de l'argilite excavée	605
Figure 8-39	Illustration en coupe bâtiment de gestion de l'argilite excavée	605
Figure 8-40	Illustration du cheminement de l'argilite excavée en zone puits – Localisation du convoyeur	606
Figure 8-41	Illustration de la localisation de l'atelier de maintenance de la zone descenderie	607
Figure 8-42	Illustration de la localisation des ateliers de maintenance de la zone puits	607
Figure 8-43	Illustration de l'atelier de maintenance de la zone exploitation de la zone descenderie	608
Figure 8-44	Illustration des halls de montage et qualification des équipements du process nucléaire	609
Figure 9-1	Illustration de la correspondance fond/surface des puits d'exploitation	612
Figure 9-2	Illustration de la section du puits ventilation air frais exploitation (VFE)	614
Figure 9-3	Illustration des cabines du puits ventilation air frais exploitation (VFE) et accès d'inspection/maintenance	615
Figure 9-4	Illustration de la machinerie du puits ventilation air frais exploitation (VFE)	616
Figure 9-5	Illustration du puits ventilation air frais exploitation (VFE) – base du puits	617
Figure 9-6	Illustration de l'intégration des réseaux dans le puits ventilation air frais exploitation (VFE)	618
Figure 9-7	Illustration du puits ventilation air frais exploitation (VFE) – Recette/plénum – Coupes verticale et horizontale et sections	619
Figure 9-8	Illustration du puits ventilation air vicié exploitation (VVE) – base du puits	620
Figure 9-9	Illustration du schéma de principe de la collecte des eaux d'infiltration pour le puits ventilation air frais exploitation (VFE)	621
Figure 9-10	Illustration de la localisation des bulbes d'étanchéité pour l'ensemble des puits	622
Figure 9-11	Illustration d'un bulbe d'étanchéité au toit du Kimméridgien	623
Figure 9-12	Illustration de coupes verticales et horizontales de la cage du puits ventilation air frais exploitation et des galeries de la ZSL Exploitation	624

Figure 9-13 Exemple de caméra pouvant être utilisée pour l'inspection du puits ventilation air vicié exploitation (VVE) 625
Figure 9-14 Illustration de la correspondance fond/surface des puits travaux 626
Figure 9-15 Illustration du schéma de principe du réseau d'eau d'exhaure & industrielle des puits travaux 628
Figure 9-16 Illustration de la localisation du forage de la colonne à carburant 629
Figure 9-17 illustration du schéma de principe des flux personnels entrant et sortant du chevalement du puits VFT 630
Figure 9-18 Illustration du principe de circulation du personnel en recette souterraine du puits VFT 631
Figure 9-19 Illustration de la descenderie de service 632
Figure 9-20 Illustration de la descenderie de service – Section hors Callovo-Oxfordien creusée au tunnelier 633
Figure 9-21 Illustration de la localisation des recoupes (en rouge) E/S-LTE CFO entre la descenderie de service et la descenderie colis 634
Figure 9-22 Illustration de la localisation des recoupes (en rouge) E/S-LTE CFi entre la descenderie de service et la descenderie colis 634
Figure 9-23 Illustration de la recoupe E/S-LTE CFO entre la descenderie de service et la descenderie colis – De haut en bas : Coupes verticale et horizontales (niveau +1 et niveau 0) 635
Figure 9-24 Illustration d'unerecoupe E/S-LTE CFO entre la descenderie de service et la descenderie colis– Section courante (en haut) et sections des accès (en bas) 635
Figure 9-25 Illustration de la recoupe E/S-LTE CFI entre la descenderie de service et la descenderie colis – De haut en bas : Coupes verticale et horizontales (niveau +1 et niveau 0) 636
Figure 9-26 Illustration de la recoupe E/S-LTE CFI entre la descenderie de service et la descenderie colis – Section courante (en haut) et sections des accès (en bas) 637
Figure 9-27 Illustration de l'intersection descenderie de service – Recoupe CFO – Vue en plan (à droite) et vue 3D (à gauche) 638
Figure 9-28 Illustration de la descenderie de service – Section dans le Callovo-Oxfordien creusée au tunnelier 638
Figure 9-29 Illustration de la collecte des eaux d'exhaure provenant de la descenderie de service 639
Figure 9-30 Illustration de la recoupe albraque entre la descenderie de service et la descenderie intermédiaire – Coupe verticale 639
Figure 9-31 Illustration de la recoupe albraque entre la descenderie de service et la descenderie intermédiaire – Coupes verticales 640
Figure 9-32 Illustration de la localisation de la galerie d'accès au démonstrateur de scellement et à la galerie d'auscultation en descenderie (en rouge) 641
Figure 9-33 Illustration du démonstrateur de scellement de descenderie 642
Figure 10-1 Illustration en 3D de la ZSL Exploitation 646
Figure 10-2 Illustration de l'architecture de la ZSL Exploitation 648
Figure 10-3 Illustration de la zone de transbordement de matériels et matériaux dans la ZSL Exploitation 650
Figure 10-4 Illustration du local « salle de repos et sanitaires » de la ZSL Exploitation – Coupe horizontale et sections (à gauche : carrure en T avec les locaux électriques CFO et CFI/CC, à droite : section courante) 651
Figure 10-5 Illustration du local véhicules pompiers et ambulances de la ZSL Exploitation – coupe horizontale et section courante 652
Figure 10-6 Illustration du local niche de secours de la ZSL Exploitation – Coupes horizontales (niveau 0 en haut et niveau +1 en bas) et section courante 653
Figure 10-7 Illustration des locaux stockage matériel process et stockage matériel process de la ZSL Exploitation – Vue 3D 654

Figure 10-8	Illustration des plénums ventilation « soufflage (air frais exploitation) » et « extraction (air vicié exploitation) » dans la ZSL Exploitation - Vue 3D et localisation	656
Figure 10-9	Illustration de la localisation des locaux centraux de la ZSL Exploitation	657
Figure 10-10	Illustration de la circulation du personnel d'intervention d'urgence de la ZSL Exploitation	657
Figure 10-11	Illustration du cheminement des équipements de maintenance depuis la surface en ZSL Exploitation	658
Figure 10-12	Illustration du cheminement des équipes de maintenance au sein de la ZSLE pour les opérations de maintenance	658
Figure 10-13	Illustration de la ZSL travaux – zones et locaux	659
Figure 10-14	Illustration de la ZSL travaux – Localisation des locaux dédiés à la zone vie et aux secours	661
Figure 10-15	Illustration de la ZSL travaux – Localisation des locaux dédiés à la maintenance	662
Figure 10-16	Illustration de la galerie d'évacuation des déblais en pied de puits MMT de la ZSL travaux	663
Figure 10-17	Illustration de la galerie pour le transbordement des équipements de la ZSL travaux	663
Figure 10-18	Illustration de la ventilation du local charge batteries de la ZSL travaux	664
Figure 10-19	Illustration de la ZSL travaux - Localisation du démonstrateur d'alvéole HA (à gauche) et du démonstrateur de scellement en galerie (à droite)	665
Figure 11-1	Illustration du principe général de la pyramide CIM	669
Figure 11-2	Illustration de l'architecture générale fonctionnelle du système d'information industriel (SII)	670
Figure 11-3	Illustration de l'infrastructure des réseaux de communication	672
Figure 11-4	Illustration de l'architecture générale du système d'information industriel	673
Figure 11-5	Schéma de principe de l'organisation du système d'information industriel (SII) de l'INB Cigéo en ensembles fonctionnels	675
Figure 11-6	Schéma de l'nsemble fonctionnel système de sécurité des personnes (SSP)	677
Figure 11-7	Schéma de l'ensemble fonctionnel voix, données et images (VDI)	678
Figure 11-8	Schéma de l'ensemble fonctionnel gestion technique du bâtiment GTB	679
Figure 11-9	Schéma de l'ensemble fonctionnel gestion technique centralisée (GTC)	680
Figure 11-10	Schéma de l'ensemble fonctionnel gestion technique électrique (GTE)	681
Figure 11-11	Schéma de l'ensemble fonctionnel radioprotection (RP)	682
Figure 11-12	Schéma de l'ensemble fonctionnel système de sécurité incendie SSI	684
Figure 11-13	Schéma de l'ensemble fonctionnel ventilation nucléaire (VN)	685
Figure 11-14	Schéma de principe de l'architecture type du système de conduite	688
Figure 11-15	Schéma de principe de l'architecture Type du systeme de securite	689
Figure 11-16	Schéma de principe de la gestion des sécurités instrumentées	690
Figure 11-17	Schéma de principe d'architecture des arrêts d'urgence (AU)	693
Figure 11-18	Schéma de principe de la distribution électrique de la zone descenderie	696
Figure 11-19	Schéma de principe de la distribution électrique de la boucle HTA	697
Figure 11-20	Illustration du périmètre aéraulique des installations en surface (Bâtiment EP1 et tête de descenderie colis)	699
Figure 11-21	Schéma de principe de l'architecture générale des réseaux NC et C1	701
Figure 11-22	Schéma de principe de l'architecture générale des réseaux C2 et C4**	702
Figure 11-23	Synthèse du classement de la ventilation des différents locaux du bâtiment nucléaire de surface EP1 et de la tête de descenderie colis Niv + 0 m	703
Figure 11-24	Synthèse du classement de la ventilation des différents locaux du bâtiment nucléaire de surface EP1 et de la tête de descenderie Colis Niv +6 m	704

Figure 11-25	Synthèse du classement de la ventilation des différents locaux du bâtiment nucléaire de surface EP1 et de la tête de descenderie colis d'EP1+12 m	704
Figure 11-26	Schéma de principe du déploiement de l'installation souterraine	706
Figure 11-27	Schéma de principe de l'usine de ventilation du puits air frais exploitation	708
Figure 11-28	Illustration du plénum de souffage (DC : descenderie colis, DS : descenderie de service, GRA : galerie de retour d'air du quartier de stockage MA-VL, GLI : galerie de liaison, GES : galerie d'évacuation/secours)	709
Figure 11-29	Schéma de principe de ventilation de la descenderie de service	710
Figure 11-30	Illustration de l'usine de ventilation en tête de descenderie de service	710
Figure 11-31	Schéma de principe de la ventilation de la descenderie intermédiaire	711
Figure 11-32	Schéma de principe de la ventilation de la descenderie colis	712
Figure 11-33	Schéma de principe de la ventilation de la galerie de transbordement	713
Figure 11-34	Schéma de principe de la ventilation des galeries de liaison MA-VL	713
Figure 11-35	Schéma de principe de la ventilation des alvéoles de stockage MA-VL	714
Figure 11-36	Schéma de principe de la ventilation de la galerie de retour d'air	715
Figure 11-37	Schéma de principe de la ventilation du quartier pilote HA	716
Figure 11-38	Schéma de principe de la ventilation des recoupes borgnes	716
Figure 11-39	Schéma de principe de la ventilation des recoupes borgnes en galerie de retour d'air (GRA)	717
Figure 11-40	Schéma de principe de la ventilation des recoupes d'évacuation/secours traversantes	718
Figure 11-41	Illustration des sas monodirectionnel exploitation/travaux	720
Figure 11-42	Illustration des sas exploitation/travaux bidirectionnel	720
Figure 11-43	Illustration des sas exploitation/travaux véhicule	721
Figure 11-44	Schéma de principe de l'usine d'extraction du puits air vicié exploitation	723
Figure 11-45	Schémade principe du zonage du système de sécurité incendie	726
Figure 11-46	Schéma de principe du réseau des eaux d'exhaure provenant des alvéoles de stockage HA	731
Figure 11-47	Illustration de l'implantation des locaux de production du réseau d'air comprimé dans le bâtiment nucléaire de surface EP1	735
Figure 11-48	Illustration du local de maintenance des équipements du process dans la ZSL Exploitation	736
Figure 11-49	Illustration de la zone d'accostage d'un alvéole de stockage MA-VL	737
Figure 12-1	Illustration de la localisation des points de rejets des eaux et des effluents liquides de l'INB Cigéo	742
Figure 12-2	Illustration de la localisation de l'émissaire du bâtiment nucléaire de surface EP1 en zone descenderie	745
Figure 12-3	Représentation de l'altimétrie du bâtiment nucléaire de surface EP1	746
Figure 12-4	Illustration de la localisation de l'émissaires en zone puits (puits ventilation air vicié exploitation (VVE))	747
Figure 12-5	Illustration du puits ventilation air vicié exploitation (VVE) et de son usine de ventilation	747
Figure 13-1	Illustration du zonage déchets du bâtiment nucléaire de surface EP1, de l'ouvrage de déchargement des emballages à déchargement horizontal (ETH) et de la tête de descenderie colis – niveau +0 m	751
Figure 13-2	Illustration du zonage déchets du bâtiment nucléaire de surface EP1, de l'ouvrage de déchargement des emballages à déchargement horizontal (ETH) et de la tête de descenderie colis - (niveau +6 m)	752
Figure 13-3	Illustration du zonage déchets du bâtiment nucléaire de surface EP1, de l'ouvrage de déchargement des emballages à déchargement horizontal (ETH) et de la tête de descenderie colis – (niveau +12 m)	752
Figure 13-4	Illustration de l'acheminement des déchets conventionnels induits en zone puits travaux	754

Figure 13-5 Illustration de l'acheminement des déchets conventionnels induits regroupés dans le local déchet en ZSL Exploitation en souterrain jusqu'à la descenderie de service 755
Figure 13-6 Illustration de l'acheminement des déchets conventionnels d'exploitation induits en zone descenderie 755
Figure 13-7 Illustration de l'acheminement des déchets induits conventionnels produits en zone exploitation de la zone puits 757
Figure 13-8 Photographies d'exemples de moyens de manutention et de transfert des déchets induits conventionnels produits en souterrain 758
Figure 13-9 Photographies d'exemples de moyens de manutention et de transport des déchets induits conventionnels produits en surface 758
Figure 13-10 Illustration du cheminement des fûts de déchets induits dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 vers le local d'entreposage des déchets avant évacuation vers les filières dédiées 761
Figure 13-11 Illustration des locaux de conditionnement des déchets induits dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 niveau +12 m 762
Figure 13-12 Schéma de principe du traitement d'un colis de déchets dans le bâtiment nucléaire de surface EP1 niveau +12 m 763
Figure 13-13 Exemples de conditionnements possibles des déchets et filières d'évacuation des déchets radioactifs de l'INB Cigéo 764
Figure 14-1 Illustration du flux interne des déchets induits par l'installation souterraine 768
Figure 15-1 Illustration de la localisation des démonstrateurs de fermeture 775
Figure 16-1 Illustration des positions des scellements de fond et des scellements des liaisons surface-fond 778
Figure 16-2 Illustration d'une remblai de galerie 780
Figure 16-3 Illustration de la fermeture des alvéoles de stockage MA-VL 780
Figure 16-4 Schéma de principe de fonctionnement des scellements de galerie 782
Figure 16-5 Schéma de principe de scellement de la colonne à carburant 783
Figure 16-6 Schéma de principe d'un scellement de descenderie 784
Figure 16-7 Schémas de principe des scellements de puits (à gauche : puits d'exploitation VFE ; à droite : puits travaux VFT) 785
Figure 16-8 Schéma de principe du scellement de galerie avec massifs d'appui en béton ancrés 787
Figure 16-9 Schéma de principe d'un scellement avec massifs d'appui non ancrés retenu en piste d'optimisation 787
Figure 16-10 Schéma de principe d'un scellement de galerie sans massif d'appui retenu en piste d'optimisation 788

Tableaux

Tableau 1-1 Tableau récapitulatif des IOTA dans le périmètre de l'INB 17
Tableau 1-2 Tableau récapitulatif des ICPE dans l'INB 21
Tableau 2-1 Contrôles effectués sur les colis et les emballages de transport 76
Tableau 4-1 Identification de l'emplacement des locaux du bâtiment nucléaire de surface au niveau - 11 m de la figure 4-2 137
Tableau 4-2 Identification de l'emplacement des locaux du bâtiment nucléaire de surface EP1 au niveau +0 m de la figure 4-3 139
Tableau 4-3 Identification de l'emplacement des locaux du bâtiment nucléaire de surface au niveau +6 m de la Figure 4-4 140
Tableau 4-4 Identification de l'emplacement des locaux du bâtiment nucléaire de surface EP1 au niveau +12 m de la figure 4-5 142
Tableau 4-5 Modes d'exploitation 148
Tableau 4-6 Caractéristiques techniques de la zone de déchargement des wagons 150
Tableau 4-7 Caractéristiques techniques de la zone de déchargement des wagons 153

Tableau 4-8	Caractéristiques techniques de la zone de préparation des emballages de transport (ET)	168
Tableau 4-9	Caractéristiques techniques de la zone	190
Tableau 4-10	Caractéristiques techniques de la zone de réception des fournitures	225
Tableau 4-11	Caractéristiques techniques de la zone	236
Tableau 4-12	Caractéristiques techniques de la zone de fermeture des colis de stockage MA-VL	249
Tableau 4-13	Caractéristiques techniques de la zone	267
Tableau 4-14	Caractéristiques techniques de la zone de réouverture de colis de stockage MA-VL	299
Tableau 4-15	Caractéristiques techniques de la zone de déconditionnement HA	311
Tableau 4-16	Caractéristiques techniques de la zone de mise en hotte de transfert MA-VL	321
Tableau 4-17	Caractéristiques techniques de la zone de mise en hotte HA	336
Tableau 4-18	Caractéristiques techniques de la zone	351
Tableau 4-19	Caractéristiques techniques de la zone de transfert des hottes en surface	361
Tableau 4-20	Caractéristiques techniques de la salle de conduite centralisée	376
Tableau 4-21	Caractéristiques du laboratoire	377
Tableau 4-22	Caractéristiques des ateliers de maintenance	378
Tableau 4-23	Caractéristiques techniques des magasins	382
Tableau 4-24	Caractéristiques techniques du sas camion	383
Tableau 4-25	Caractéristiques techniques du sas camion d'évacuation des déchets induits	385
Tableau 4-26	Caractéristiques techniques du sas de manutention des hottes	386
Tableau 4-27	Caractéristiques techniques des sur-cellules	388
Tableau 4-28	Caractéristiques techniques des salles d'introduction de matériels	389
Tableau 4-29	Caractéristiques techniques du local de maintenance des hottes	390
Tableau 4-30	Caractéristiques techniques des vestiaires	392
Tableau 4-31	Caractéristiques techniques du monte-charge matériels	394
Tableau 4-32	Caractéristiques techniques des locaux associés au monte-charge d'évacuation des conteneurs et paniers vides	397
Tableau 4-33	Caractéristiques techniques du local d'entreposage des blocs de fermeture	398
Tableau 4-34	Caractéristiques techniques de la zone	406
Tableau 4-35	Caractéristiques du zonage radiologique de la zone du terminal ferroviaire nucléaire	425
Tableau 4-36	Identification des locaux de l'ouvrage ETH niveau +0 m	429
Tableau 4-37	Identification des locaux ETH niveau +6 m	431
Tableau 4-38	identification des locaux ETH niveau +12 m	432
Tableau 6-1	Zonages radiologiques de l'alvéole MA-VL	518
Tableau 11-1	Valeurs et plages de dépression en fonction de la classe de confinement	700
Tableau 11-2	Paramètres de surveillance centralisée des réseaux de ventilation nucléaire et conventionnelle	724
Tableau 12-1	Types de rejets dans le milieu naturel par zone et par ouvrage	743

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1 Arrêté du 11 janvier 2016 portant homologation de la décision n° 2015-DC-0532 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 17 novembre 2015 relative au rapport de sûreté des installations nucléaires de base. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2016). Journal officiel de la République française, N°0012.

2 Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (version consolidée du 24 septembre 2018). Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement; Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie (2018). Journal officiel de la République française.

3 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 3 - Carte au 1/25 000e de localisation de l'installation. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-CM0-0000-21-0002.

4 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 4 - Plans de situation au 1/10 000e indiquant le périmètre proposé. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-CM0-0000-21-0003.

5 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 5 - Plans détaillés de l'installation à l'échelle 1/2 500e. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-CM0-0000-21-0004.

6 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 2 - Nature de l'installation. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-XEE-0000-19-0003.

7 Règlement (UE) n° 517/2014 du Parlement européen et du Conseil du 16 avril 2014 relatif aux gaz à effet de serre fluorés et abrogeant le règlement (CE) n°842/2006. Parlement européen; Conseil de l'Union européenne (2014). Journal officiel de l'Union européenne, N°L150, pp.195-230.

8 Règlement (CE) n° 1005/2009 du Parlement européen et du Conseil du 16 septembre 2009 relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (refonte). Parlement européen; Conseil de l'Union européenne (2009). Journal officiel de l'Union européenne.

9 Directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution) (refonte). Parlement européen; Conseil de l'Union européenne (2010). Journal officiel de l'Union européenne, N°L334, pp.17-119.

10 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 20 - Plan de développement de l'installation de stockage Cigéo. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-PDD-AMOA-SDR-0000-19-0002.

11 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. La stratégie de surveillance de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-OBS-0000-19-0005.

12 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Dossier de justification des choix d'architecture souterraine. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-DJC-AMOA-AF0-0000-19-0001.

13 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 16 - Plan directeur de l'exploitation. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-SDR-0000-19-0001.

14 Assemblages soudés par faisceau d'électrons et par faisceau laser - Exigences et recommandations sur les niveaux de qualité des défauts - Partie 1 : acier, nickel, titane et leurs alliages. AFNOR (2019), NF EN ISO 13919-1.

15 Installations nucléaires - Critères pour la conception et l'exploitation des systèmes de ventilation des installations nucléaires autres que les réacteurs nucléaires. AFNOR (2006), NF ISO 17873.

16 Accord relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR). Organisation des Nations Unies (ONU) (01//2021). Vol. 1, N°ECE/TRANS/300 (Vol.1).

17 Accord relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (ADR). Organisation des Nations Unies (ONU) (2021). Vol. 2, N°ECE/TRANS/300 (Vol.2).

18 Convention concerning International Carriage by Rail (COTIF) Appendix C - Regulations concerning the international Carriage of Dangerous Goods by Rail (RID). Organisation intergouvernementale pour les transports internationaux ferroviaires (OTIF) (2017), N°RID-17017-CE54.

19 Enceintes de confinement - Partie 2 : classification selon leur étanchéité et méthodes de contrôle associées. ISO (1994), ISO 10648-2.

20 Fenêtres et portes - Perméabilité à l'air - Classification. AFNOR (2017), NF EN 12207.

21 Guide de conception Génie Civil des INB du CEA. Commissariat à l'énergie atomique (CEA) (2008). N°AGS SNGEN RDN GUI SIIT 0605 A. 123 p.

22 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Dossier de justification de la conception de l'alvéole MA-VL. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-DJC-AMOA-ASU-0000-19-0045.

23 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Dossier de justification de la conception de l'alvéole HA. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-DJC-AMOA-ASU-0000-19-0044.

24 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Dossier de justification de la conception du process nucléaire souterrain. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-DJC-AMOA-MT0-0000-19-0032.

25 Protection des installations nucléaires de base contre les inondations externes (Guide de l'ASN n°13). Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2013). 44 p. Disponible à l'adresse : https://www.asn.fr/content/download/100753/733560/version/1/file/Guide-de-l-ASN-13.pdf.

26 Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (2000). Journal officiel des Communautés européennes, N°L327.

27 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Dossier de justification de la conception des liaisons surface-fond. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-DJC-AMOA-ASU-0000-19-0046.

28 Communication networks and systems for power utility automation - All parts. CEI/IEC (2022), IEC 61850.

29 Ventilation dans les bâtiments non résidentiels - Exigences de performances pour les systèmes de ventilation et de conditionnement d'air. AFNOR (2007), NF EN 13779.

30 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Dossier de justification des systèmes de ventilation de l'installation souterraine. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-DJC-AMOA-TR0-0000-20-0014.

31 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 6 - Étude d'impact du projet global Cigéo. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-EDM-AMOA-ESE-0000-22-0005.

32 Arrêté du 1er juillet 2015 portant homologation de la décision n° 2015-DC-0508 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les installations nucléaires de base. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2015). Journal officiel de la République française, N°153, pp.11297.

33 Établissement et modification du plan de zonage déchets des installations nucléaires de base (Guide de l'ASN n°23). Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2016). 22 p.

34 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Inventaire de référence retenu pour la conception et la démonstration de sûreté de l'INB Cigéo au stade des études d'avant-projet. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-NTE-AMOA-CS0-0000-20-0002.

35 Arrêté du 29 mai 2009 relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres (dit « arrêté TMD ») (version consolidée au 13 janvier 2020). Ministre de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement (2020).

36 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Pièce 13 - Plan de démantèlement, de fermeture et de surveillance. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-PDG-AMOA-OBS-0000-19-0001.

37 Guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) (2008). 32 p. Disponible à l'adresse : https://www.asn.fr/content/download/50883/352509?version=2.

38 Dossier d'autorisation de création de l'installation nucléaire de base (INB) Cigéo. Dossier de justification de la définition des ouvrages de fermeture. Andra (2022). Document N°CG-TE-D-DJC-AMOA-FER-0000-19-0045.

© Andra • Décembre 2022 • Création graphique : Agence Les Récréateurs • Crédit photo : Andra

AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

1-7, rue Jean-Monnet
92298 Châtenay-Malabry cedex
Tél. : 01 46 11 80 00

www.andra.fr