

DOCUMENT TECHNIQUE

ÉVALUATION DES COÛTS AFFÉRENTS A LA MISE EN OEUVRE DES SOLUTIONS DE GESTION A LONG TERME DES DÉCHETS RADIOACTIFS DE HAUTE ET DE MOYENNE ACTIVITÉ A VIE LONGUE

Proposition de l'Andra
Tome 2

Octobre 2014

Pages : 346

CHIFFRAGE CIGÉO EN PHASE ESQUISSE

Estimation du coût de base de l'exploitation

Identification

CG.TE.F.NTE.AMOA.EEE.0000.14.0068/B

Octobre 2014

Pages : **20**

SOMMAIRE

1.	Objet du document	5
2.	Données d'entrée	5
3.	Dimensionnement des effectifs d'exploitation	5
3.1	<i>Evaluation des effectifs de production</i>	6
3.1.1	Hypothèses retenues	6
3.1.2	Périmètre des activités de production	6
3.1.3	Pré-dimensionnement	7
3.2	<i>Evaluation des effectifs de maintenance</i>	7
3.2.1	Hypothèses retenues	7
3.2.2	Pré-dimensionnement	8
3.3	<i>Synthèse des effectifs de production/maintenance</i>	9
3.4	<i>Démarrage de l'installation</i>	9
3.5	<i>Evaluation des effectifs fonctionnels</i>	10
3.5.1	Périmètre	10
-	Fonctions liées à la sûreté, sécurité, radioprotection et à la surveillance de l'environnement	10
3.5.2	Pré-dimensionnement	10
3.6	<i>Synthèse des effectifs d'exploitation de Cigéo</i>	12
3.7	<i>Evaluation des coûts de personnel</i>	12
3.7.1	Hypothèses relatives aux coûts unitaires	12
3.7.2	Estimation	13
3.8	<i>Frais de fonctionnement associés</i>	13
4.	Energies et fluides (consommations)	14
4.1	<i>Synthèse méthodologique</i>	14
4.2	<i>Estimation du coût de base</i>	15
5.	Fourniture des pièces de rechange	15
5.1	<i>Synthèse méthodologique</i>	15
5.2	<i>Estimation du coût de base</i>	15
6.	Fourniture des conteneurs de stockage et des intercalaires	16
6.1	<i>Synthèse méthodologique</i>	16
6.2	<i>Estimation du coût de base</i>	16
7.	Synthèse	19

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1 - Chronique de livraison des déchets retenue pour le chiffrage	5
Figure 2 - Mise en place des effectifs de production / maintenance	9
Figure 3 Illustration des modèles de colis de stockage MA-VL CS1 à CS7	16
Figure 4 - Illustration des colis de stockage HA fortement exothermiques (HA1, HA2)	17

Tableaux

Tableau 1 - Périodes d'exploitation	5
Tableau 2 - Pré-dimensionnement des effectifs de production	7
Tableau 3 - Répartition IC/OETAM	7
Tableau 4 - Pré-dimensionnement des effectifs de maintenance	8
Tableau 5 - Synthèse des effectifs de production et de maintenance par période d'exploitation	9
Tableau 6 - Pré-dimensionnement des effectifs fonctionnels	11
Tableau 7 - Synthèse des effectifs d'exploitation (hors ingénierie, travaux, R&D)	11
Tableau 8 - Taux horaire production (sous-traitance)	12
Tableau 9 - Taux horaires maintenance (sous-traitance)	12
Tableau 10 - Taux horaires issus du CSA (hors frais de structure)	13
Tableau 11 - Taux horaires statutaires (avec frais de structure réduits)	13
Tableau 12 - Synthèse des coûts de personnel d'exploitation par période	13
Tableau 13 - Synthèse des frais de fonctionnement par période	14
<i>Tableau 14- Estimation du coût de base Energies & Fluides</i>	15
Tableau 15- Synthèse du coût brut de fourniture des pièces de rechange	15
Tableau 16- Synthèse du coût de fourniture des conteneurs de stockage	18
Tableau 17- Synthèse du coût de fourniture des conteneurs de stockage	18
Tableau 18- Synthèse des coûts d'exploitation	19

1. Objet du document

Ce document constitue la note de synthèse de l'estimation préliminaire du coût de base d'exploitation de Cigéo pour :

- le personnel ;
- les frais de fonctionnement ;
- les énergies et fluides ;
- les pièces de rechange ;
- les conteneurs de stockage et intercalaires.

2. Données d'entrée

L'estimation des coûts d'exploitation du chiffrage 2014 est fondée sur la chronique de référence définie par les producteurs dans le Programme industriel de gestion des déchets (PIGD) version D, avec un décalage pour prendre en compte les adaptations du calendrier suite au débat public.

Six périodes d'exploitation correspondant à des phases sensiblement homogènes ont été retenues pour faciliter le dimensionnement des effectifs au stade de l'esquisse.

Périodes					
2029-2033	2034-2051	2052-2074	2075-2089	2090-2099	2100-2144
MAVL et HA0 (démarrage)	MAVL et HA0 (jusqu'en 2039)	MAVL	MAVL HA 1/2 (à partir de 2079)	MAVL et HA1/2	HA1/2

Tableau 1 - Périodes d'exploitation

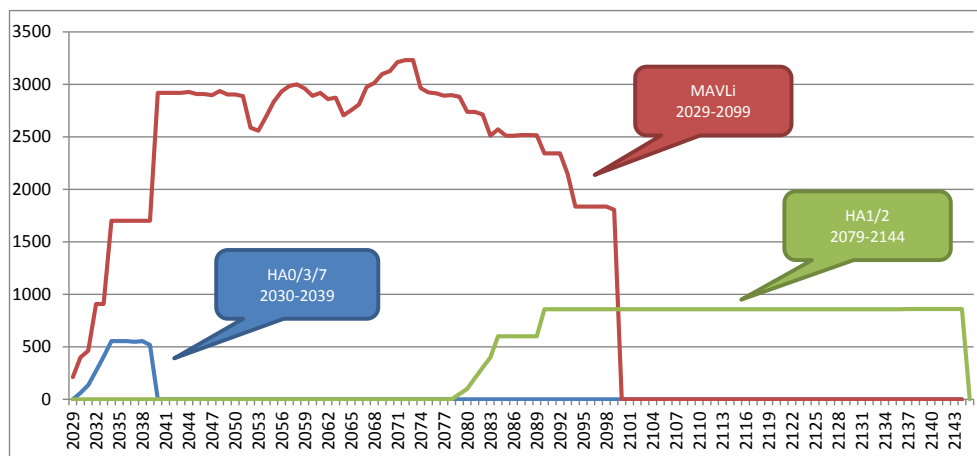


Figure 1 - Chronique de livraison des déchets retenue pour le chiffrage

La date de valeur de l'estimation est aux conditions économiques (CE) de janvier 2012. Les coûts sont présentés en euros (€) hors taxes (HT).

3. Dimensionnement des effectifs d'exploitation

Dans la présente note, les effectifs d'exploitation présentés correspondent aux activités de production (réception, contrôle, préparation et mise en stockage des colis de déchets) et de maintenance ainsi que les activités support associées. Ces effectifs ne comprennent pas les effectifs liés aux travaux (industriels : creusement, ouverture et fermeture des alvéoles..., maîtrise d'œuvre, maîtrise d'ouvrage) ni les effectifs liés aux activités scientifiques support de la construction et de l'exploitation, ni les effectifs des prestataires réalisant les activités prises en compte dans les budgets de fonctionnement.

Les hypothèses présentées relatives à l'internalisation ou à l'externalisation de certaines fonctions ne préjugent pas de l'organisation industrielle qui sera retenue in fine pour Cigéo. Ces hypothèses sont issues de la transposition de l'organisation actuelle des activités du Centre de stockage de l'Aube (CSA). L'organisation industrielle de Cigéo sera approfondie dans les phases suivantes du projet.

L'estimation est réalisée pour chaque période d'exploitation sur la base des flux moyens en emballages, colis primaires, colis de stockage. Le pré-dimensionnement ne couvre donc pas les pics de livraisons identifiés pour l'année la plus chargée de la période. Cette approche nécessitera de réaliser un exercice de lissage ultérieur de la chronique sous peine d'avoir un impact à la hausse sur le pré-dimensionnement effectué. Une approche spécifique est mise en œuvre pour la première période d'exploitation 2029-2033 (démarrage de l'installation avec une phase de montée en cadence progressive).

3.1 Evaluation des effectifs de production

3.1.1 Hypothèses retenues

De manière analogue au CSA, il est fait l'hypothèse que les activités de production sont confiées à un opérateur industriel spécialisé.

Le pilotage et le suivi des prestations externalisées sont réalisés par du personnel Andra. Le dimensionnement de cette activité de pilotage a été estimé à un taux moyen de l'ordre de 15% du personnel prestataire sur la base du retour d'expérience du CSA et en tenant compte de l'effet taille de Cigéo.

La prise en compte des durées de travail non productives (consignes, accès, habillage, pauses,...) est réalisée par le biais d'un taux de recouvrement de l'ordre de 1,33. Les équipes d'opérateurs sont managées par des chefs de quart (CDQ) et adjoints qui représentent le premier niveau d'encadrement (maîtrise et haute maîtrise). La transformation de la charge évaluée en heure par équivalent temps plein (ETP) est basée sur un temps de travail de 1570 h par an et par ETP.

3.1.2 Périmètre des activités de production

Les différentes activités liées à la mise en stockage des colis de déchets sont les suivantes :

- Réception et déchargement des convois ;
- Déchargement des colis primaires (CP) ;
- Alimentation des conteneurs de stockage (CS) ;
- Contrôles des colis primaires ;
- Contrôles de second niveau ;
- Elaboration et contrôles des colis de stockage ;
- Transfert en alvéole de stockage.

Par ailleurs, un ensemble de tâches ont été regroupées sous le terme générique de soutien exploitation. Il s'agit notamment des activités suivantes :

- Pilotage du magasin de pièces de rechanges ;
- Gestion des conteneurs de stockage ;
- Réalisation des rondes d'exploitation ;
- Contrôles spécifiques in situ sur demande de la salle de conduite ;
- Analyse des résultats des contrôles en ligne effectués sur les colis primaires.
- Préparation et mises à jour des modes opératoires d'exploitation ;
- Analyse de premier niveau des indicateurs de production et rédaction des bilans d'activité ;
- Pilotage de petites modifications de l'installation (hors articles 26 ou 27) ;
- Gestion des déchets d'exploitation ;
- Préparation et suivi des dossiers de transport.

Nota : une partie de ces activités est susceptible d'être confiée à l'opérateur industriel et une partie relèvera de l'Andra. Par simplification, les effectifs associés sont comptabilisés dans les effectifs de l'opérateur industriel. Le dimensionnement précis sera revu lors des phases suivantes du projet.

3.1.3 Pré-dimensionnement

Le pré-dimensionnement des effectifs de production est présenté dans le tableau ci-dessous.

	Périodes					
	2029-2033	2034-2051	2052-2074	2075-2089	2090-2099	2100-2144
nombre d'emballage	132	321	475	319	255	31
nombre de CP	1313	2689	2920	3000	2873	858
nombre de CS	625	913	1207	1511	1909	840
dimensionnement équipes en ETP CDQ inclus						
déchargement des convois	5	8	14	10	8	1
déchargement emballages	6	24	18	18	26	3
alimentation et contrôle des CS	1	1	2	2	3	1
Contrôle CP mise en CS	4	6	8	10	8	2
conditionnement et contrôle CS	4	5	8	8	10	7
transfert en alvéoles	4	12	12	12	16	5
contrôles second niveau	4	7	12	12	10	2
soutien exploitation	12	20	20	20	20	12
total	40	83	94	92	101	33
encadrement des effectifs de production : env. 5 % des effectifs de production	2	4	5	5	5	2
total avec encadrement	42	87	99	97	106	35
Pilotage des activités de production	8	13	15	14	16	5
TOTAL PRODUCTION	50	100	114	111	122	40

Tableau 2 - Pré-dimensionnement des effectifs de production

Commentaires

- Le pré dimensionnement des effectifs de production conduit à une moyenne sur 116 ans de **81 ETP**.
- Les hypothèses de répartition IC (Ingénieur/Cadre) - OETAM (Ouvrier Employé Technicien Agent de maîtrise) sont les suivantes :

période	2029-2033				2034-2051				2052-2074			
	Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext	
opérateur												
catégorie	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM
régime	HN		HN puis 2*8		HN		2*8		HN		2*8	
PRODUCTION	5	2	2	41	8	5	4	83	10	5	5	94
Total	50				100				114			
période	2075-2089				2090-2099				2100-2144			
	Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext	
opérateur												
catégorie	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM
régime	HN		2*8		HN		3*8		HN		HN	
PRODUCTION	9	5	5	92	8	6	5	103	3	1	2	34
Total	111				122				40			

Tableau 3 - Répartition IC/OETAM

3.2 Evaluation des effectifs de maintenance

3.2.1 Hypothèses retenues

A ce stade des études, il est fait l'hypothèse d'une externalisation des activités de maintenance, sous le pilotage de l'Andra (idem CSA).

- Activités Andra :
 - ✓ Pilotage de l'ensemble des activités liées à la maintenance, élaboration et suivi des contrats ;
 - ✓ Surveillance des habilitations des personnels intervenants, de la coactivité, de l'émission et de la gestion des autorisations de travail, gestion des personnels présents dans l'installation nucléaire souterraine.

- Activités confiées à l'opérateur en charge de la maintenance : maintenance préventive, prédictive et curative de premier niveau sur l'ensemble des installations du site :
 - ✓ Terminal ferroviaire,
 - ✓ Installations de surface de la zone puits,
 - ✓ Installations de surface de la zone descenderies,
 - ✓ Descenderies,
 - ✓ Puits,
 - ✓ Installation souterraine.

Les opérations de maintenance spécifiques sur les équipements de contrôle de second niveau et sur certains équipements (funiculaire, soudeuse par faisceau d'électrons) pourront faire l'objet de contrats de maintenance spécifiques (cf. budgets de fonctionnement).

3.2.2 Pré-dimensionnement

Le tableau suivant propose une répartition prévisionnelle des effectifs de maintenance. Ces effectifs sont susceptibles d'évoluer au fur et à mesure que la liste et la définition des équipements implantés s'affinera dans la suite des études.

Le pré dimensionnement des équipes de maintenance conduit à une moyenne sur 116 ans de **52 ETP**.

	Périodes					
	2029-2033	2034-2051	2052-2074	2075-2089	2090-2099	2100-2144
nombre d'emballage	132	321	475	319	255	31
nombre de CP	1313	2689	2920	3000	2873	858
nombre de CS	625	913	1207	1511	1909	840
dimensionnement équipes de maintenance en ETP						
Personnel Andra						
pilotage maintenance Andra	5	7	8	8	9	2
Bureau gestion maintenance: consignation, habilitations, coactivité, Autorisations de travail, Gestion du personnel au fond, fin d'intervention...	7	8	8	8	9	3
IC	6	7	8	8	9	2
OETAM	6	8	8	8	9	3
total Andra	12	15	16	16	18	5
Personnel externalisé						
régime	HN puis 2*8	2*8	2*8	2*8	3*8	2*8
materiel roulant, locotracteur, auiguillage	10	12	14	14	14	6
ponts roulants, chariots transfert ponts de distribution colis en alvéole ascenseurs						
Hottes, portes, dispositifs d'accostage funiculaires descenderie						
Ventilation						
robots conditionnement et contrôles soudeuse						
Equipements contrôles second niveau automatismes contrôles commande	12	20	20	20	24	10
méthodes de maintenance	6	8	8	8	9	4
encadrement premier niveau maintenance	4	5	5	5	5	2
IC maintenance externalisé	3	4	4	4	6	2
OETAM	32	45	47	47	52	22
Total externalisé	35	49	51	51	58	24
Total	47	64	67	67	76	29

Tableau 4 - Pré-dimensionnement des effectifs de maintenance

3.3 Synthèse des effectifs de production/maintenance

Le tableau suivant récapitule le pré-dimensionnement des effectifs de production et de maintenance au stade de l'esquisse.

Le dimensionnement moyen est de 133 ETP sur l'ensemble de la durée d'exploitation de Cigéo.

période	2029-2033				2034-2051				2052-2074			
	Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext	
opérateur	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM
catégorie	HN		HN puis 2*8		HN		2*8		HN		2*8	
régime	HN		2*8		HN		3*8		HN		HN	
PRODUCTION	5	2	2	41	8	5	4	83	10	5	5	94
Total	50				100				114			
MAINTENANCE	6	6	3	32	7	8	4	45	8	8	4	47
Total	47				64				67			
Total production et maintenance	11	8	5	73	15	13	8	128	18	13	9	141
total	97				164				181			
période	2075-2089				2090-2099				2100-2144			
	Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext	
opérateur	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM
catégorie	HN		2*8		HN		3*8		HN		HN	
régime	HN		2*8		HN		3*8		HN		HN	
PRODUCTION	9	5	5	92	8	6	5	103	3	1	2	34
Total	111				122				40			
MAINTENANCE	8	8	4	47	9	9	6	52	2	3	2	22
Total	67				76				29			
Total production et maintenance	17	13	9	139	17	15	11	155	5	4	4	56
total	178				198				69			

Tableau 5 - Synthèse des effectifs de production et de maintenance par période d'exploitation

3.4 Démarrage de l'installation

Dans le cas spécifique de la première période d'exploitation (2029-2033), le pré-dimensionnement a été réalisé sur la base des flux 2033. Pour assurer la formation, les essais et la montée en puissance des effectifs opérationnels de production et de maintenance, les effectifs sont répartis en assurant une montée linéaire de ces effectifs sur la période 2025-2033.

Ces équipes d'exploitation seront intégrées dans les équipes d'ingénierie en charge :

- de réceptionner en inactifs les équipements chez les équipementiers ;
- de la réalisation des essais inactifs individuels et d'ensemble sur Cigéo ;
- de la réalisation des essais d'ensemble en actif.

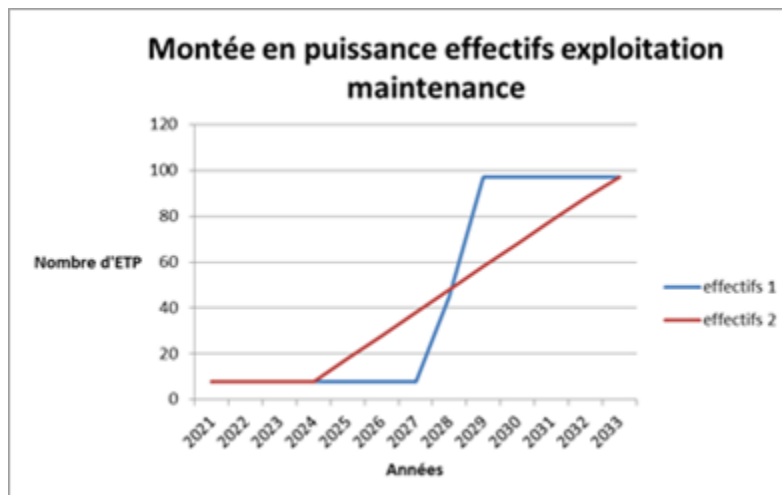


Figure 2 - Mise en place des effectifs de production / maintenance

3.5 Evaluation des effectifs fonctionnels

3.5.1 Périmètre

Le pré-dimensionnement des effectifs fonctionnels recouvre les activités suivantes :

- Direction du site (1 directeur, 2 adjoints en charge des fonctions ci-dessous)
- Fonctions support :
 - o Fonctions administratives du Centre (gestion, comptabilité, système d'information, pilotage du facility management)
 - o Programmation - relations clients (préparation des livraisons de déchets avec les producteurs, articulation avec la planification des activités du Centre, interfaces avec la chaîne logistique)
 - o Administration des ventes (traitement des commandes, préparation de la facturation, gestion des données associées)
 - o Achats
 - o Communication locale
 - o Gestion des ressources humaines sur le Centre
- Fonctions liées à la sûreté, sécurité, radioprotection et à la surveillance de l'environnement
 - o Management de la sûreté et de la surveillance de l'environnement, qualité, sécurité au travail, gestion des visites médicales
 - o Surveillance des colis, contrôles et agréments
 - o Radioprotection (contrôle et surveillance radiologique du personnel, contrôle radiologique des déchets, prélèvements et analyses environnementales...)
 - o Formation locale de sécurité : intègre les fonctions de gardiennage, protection physique, lutte contre l'incendie, secours aux victimes... Le dimensionnement a été optimisé en faisant l'hypothèse d'équipes polyvalentes (~90 à 100 ETP pour assurer la permanence de la fonction). Ce dimensionnement se situe en fourchette basse d'autres sites nucléaires.

Nota : Pour le chiffrage, il a été fait l'hypothèse que la formation locale de sécurité et la radioprotection sont externalisées, sous le pilotage de l'Andra. Les hypothèses retenues ne préjugent pas à ce stade de l'organisation industrielle qui sera retenue au final.

3.5.2 Pré-dimensionnement

Le pré-dimensionnement des effectifs fonctionnels au stade de l'esquisse est présenté sur le Tableau 6.

Le dimensionnement moyen est de 208 ETP sur l'ensemble de la période d'exploitation.

A titre indicatif, le ratio des effectifs fonctionnels de Cigéo comparé aux effectifs fonctionnels du Centre de stockage de l'Aube est d'environ 2 (sûreté, sécurité, radioprotection, surveillance de l'environnement) et 2,5 pour les effectifs opérationnels de production/maintenance.

La phase de mise en place des effectifs fonctionnels préalablement au démarrage de l'exploitation n'est pas prise en compte à ce stade.

DIRECTION DU CENTRE																													
	2029-2033				2034-2051				2052-2074				2075-2089				2090-2099				2100-2144				moyenne ETP/AN				
	Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext						
	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM					
MANAGEMENT	3	2			3	2			3	2			3	2			3	2			3	2			3	2			
Total	5				5				5				5				5				5				5				
FONCTION SUPPORT																													
	2029-2033				2034-2051				2052-2074				2075-2089				2090-2099				2100-2144				moyenne ETP/AN				
	Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext						
	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM					
ADMINISTRATION	10	10			10	10			10	10			10	10			10	10			10	10			7	8			
PROGRAMMATION-RELATION CLIENT	7	1			7	1			7	1			7	1			7	1			7	1			5	1			
ADMINISTRATION DES VENTES	1	3			1	3			1	3			1	3			1	3			1	3			1	3			
ACHATS	6	4			6	4			6	4			6	4			6	4			6	4			6	4			
COMMUNICATION-INSERTION TERRITORIALE	4	3			4	3			4	3			4	3			4	3			4	3			4	3			
RESSOURCES HUMAINES	4	1			4	1			4	1			4	1			4	1			4	1			4	1			
Total	54				54				54				54				54				47				51				
FONCTION - SÛRETE- SECURITE-RADIOPROTECTION-SURVEILLANCE ENVIRONNEMENT																													
	2029-2033				2034-2051				2052-2074				2075-2089				2090-2099				2100-2144				moyenne ETP/AN				
	Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext						
	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM					
QUALITE-SÛRETE-SECURITE TRAVAIL-SANTE-ENVIRONNEMENT	25	3			25	3			25	3			25	3			25	3			25	3			25	3			
SURVEILLANCE CONTRÔLE AGREMENT	5	4			5	4			5	4			5	4			5	4			3	2			3	2			
RADIOPROTECTION	1	1	2	14	2	1	3	21	2	2	4	24	2	1	3	21	2	1	3	21	1	1	1	11					
FORMATION LOCALE DE SECURITE	2	0	3	89	2	0	3	89	2	0	3	89	2	0	3	89	2	0	3	89	2	0	3	89					
Total	149				158				163				158				158				141				152				

Tableau 6 - Pré-dimensionnement des effectifs fonctionnels

	2029-2033				2034-2051				2052-2074				2075-2089				2090-2099				2100-2144							
	Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext		Andra		Ext					
	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM	IC	OETAM				
total Cigéo	79	40	10	176	84	45	14	238	87	46	16	254	86	45	15	249	86	47	17	265	66	32	8	156				
total Andra	119				129				133				131				133				98							
Total externe					186				252				270				264				282				164			
Total général	305				381				403				395				415				262							

Tableau 7 - Synthèse des effectifs d'exploitation (hors ingénierie, travaux, R&D)

3.6 Synthèse des effectifs d'exploitation de Cigéo

Le Tableau 7 présente la synthèse du pré-dimensionnement, au stade de l'esquisse, des effectifs de production-maintenance et des effectifs fonctionnels.

Cette estimation réalisée par le futur exploitant s'appuie sur le retour d'expérience de l'Andra issu de l'exploitation des Centres existants, des échanges avec les exploitants Areva, CEA et EDF ainsi qu'avec d'autres exploitants industriels.

Ces effectifs ne comprennent pas les effectifs liés aux travaux (industriels : creusement, ouverture et fermeture des alvéoles..., maîtrise d'œuvre, maîtrise d'ouvrage) ni les effectifs liés aux activités scientifiques support de la construction et de l'exploitation, ni les effectifs des prestataires réalisant les activités prises en compte dans les budgets de fonctionnement

Ce pré dimensionnement des effectifs ne prends pas en compte les effectifs d'exploitation nécessaires à l'accompagnement des travaux de démantèlement des installations prévus entre 2144 et 2156 (à ce stade de l'étude). Ces travaux de démantèlement consistent à réduire autant que possible la radioactivité résiduelle des équipements et des locaux, démonter et évacuer les principaux équipements et démolir les bâtiments après avoir procédé à leur décontamination. Ces travaux requièrent un accompagnement des personnels d'exploitation afin de bénéficier de la connaissance technique de ces personnels. Les estimations issues de diverses publications font état d'un nombre d'ETP nécessaire compris entre 10 et 20% du personnel d'exploitation. Sur cette base nous pouvons considérer que le démantèlement d'EP1 nécessitera environ 60 ETP et le démantèlement d'EP2 environ 40 ETP

Le dimensionnement moyen est d'environ 340 ETP sur l'ensemble de la période d'exploitation, dont environ 120 ETP Andra et 220 ETP de prestataires externes, avec l'hypothèse d'une externalisation des activités opérationnelles de production-maintenance, radioprotection et formation locale de sécurité, sous le contrôle et le pilotage Andra.

Ce pré-dimensionnement a été optimisé par rapport à l'évaluation préliminaire réalisée fin 2013 (-70 ETP). Cet écart est lié pour partie à la prise en compte d'une plus grande automatisation des procédés d'exploitation nucléaire et pour partie à une optimisation des effectifs fonctionnels suite aux échanges avec les producteurs.

Ce pré-dimensionnement devra être confirmé dans la suite du projet. L'écart de 20 % avec l'estimation réalisée fin 2013 avec des hypothèses plus conservatives est en-deçà des incertitudes habituelles au stade de l'esquisse d'un projet (de l'ordre de 30 %).

Ces effectifs d'exploitation Cigéo s'ajoutent aux effectifs des travaux entre 2019 et 2153 ainsi qu'aux effectifs MOA/MOE et aux effectifs de R&D. Par ailleurs, les activités identifiées comme des budgets de fonctionnement (restauration, espaces verts..) pourront faire intervenir d'autres personnes sur site. Ainsi on considère qu'entre 500 et 1000 personnes seront présentes sur le site en permanence depuis le début de la construction jusqu'à la fin du démantèlement.

3.7 Evaluation des coûts de personnel

3.7.1 Hypothèses relatives aux coûts unitaires

Les taux horaires distinguent deux niveaux de qualification : ingénieurs et cadres (IC) et ouvriers, employés, techniciens et agents de maîtrise (OETAM).

Les coûts de personnel de production externalisé sont calculés avec les bordereaux des prix du contrat actuel d'opérateur industriel du Centre de stockage de l'Aube (CSA).

Les coûts de personnel de maintenance externalisé sont calculés avec les bordereaux des prix du contrat actuel d'opérateur de maintenance du CSA.

Personnel d'exploitation	Cadre €/h	OETAM €/h
Horaire normal	80,6	49,0

Tableau 8 - Taux horaire production (sous-traitance)

Personnel de maintenance	Cadre €/h	OETAM €/h
Horaire normal	75,9	50,4

Tableau 9 - Taux horaires maintenance (sous-traitance)

Les coûts de la formation locale de sécurité sont évalués sur la base d'un taux de 40 €/h.

Les taux horaires du personnel statutaire (salaires et charges salariales) sont issus des taux horaires 2012 du CSA.

Personnel statutaire	Cadre €/h	OETAM €/h
Horaire normal	61,1	39,2

Tableau 10 – Taux horaires issus du CSA (hors frais de structure)

Une quote-part des services centraux recouvrant la main d'œuvre des unités fonctionnelles et les frais généraux de l'Andra est appliquée à chaque activité de l'Andra.

Pour évaluer le coût ETP statutaire pour le chiffrage Cigéo, il a été fait l'hypothèse d'un doublement des effectifs opérationnels de l'Agence. Cette hypothèse majorante conduit à un coût de l'ETP statutaire inférieur aux taux actuels de l'Andra :

Total du coût de l'ETP statutaire	Cadre €/h	OETAM €/h
Cigéo Juin 2014	89,2	61,3 €/h

Tableau 11 – Taux horaires statutaires (avec frais de structure réduits)

3.7.2 Estimation

Sur la base du pré-dimensionnement retenu au stade de l'esquisse et des hypothèses relatives aux coûts unitaires, l'estimation des coûts de personnel conduit à un coût moyen de 31 M€/an :

2029-2033	2034-2051	2052-2074	2075-2089	2090-2099	2100-2144	Moyenne
28 M€/an	35 M€/an	37 M€/an	36 M€/an	38 M€/an	24 M€/an	31 M€/an

Tableau 12 – Synthèse des coûts de personnel d'exploitation par période

Cette estimation n'intègre pas le passage en 3*8 de la période 2090-2099, en faisant l'hypothèse d'une optimisation ultérieure de la chronique pour ne pas avoir à mettre en place un régime en 3*8.

L'écart par rapport à l'estimation réalisée fin 2013 (40 M€/an en moyenne) est lié à l'optimisation du dimensionnement des effectifs résultant d'une automatisation plus importante des installations et à l'hypothèse d'externalisation de la formation locale de sécurité et de la radioprotection.

3.8 Frais de fonctionnement associés

Les frais de fonctionnement correspondent à des coûts annuels liés à l'exploitation du Centre Cigéo à l'exception des autres postes identifiés (personnel, pièces de rechange, électricité...).

Les hypothèses retenues sont présentées dans le tableau 13 page suivante.

L'analyse réalisée conduit à une estimation des frais de fonctionnement de l'ordre de 7,5 M€/an sur la période 2029-2100 (stockage MAVL + HA) et de l'ordre de 5,8 M€/an sur la période 2100-2144 (stockage HA uniquement)

Budgets de fonctionnement	Hypothèses retenues pour le chiffrage	Phase MAVL/HA k€/an	Phase HA seuls k€/an
Accueil sur site	Dimensionnement : 3 personnes	150	150
Administration -Maintenance Informatique	Estimé à partir des coûts actuels du CSA (240 k€/an)	450	350
Communication	10 000 visiteurs par an (idem Laboratoire souterrain)	1 000	1 000
Radioprotection (consommables, analyses...)	Estimé par jugement d'expert à partir des coûts actuels du CSA (330 k€/an)	500	250
Sûreté - Santé -Sécurité	Estimé à partir des coûts actuels du CSA (190 k€/an)	350	200
Laboratoire d'analyses et Ecothèque	Coûts actuels de fonctionnement du laboratoire d'analyse du CSA et de l'Ecothèque pour la conservation des échantillons	800	800
Analyse Contrôles de Second Niveau	Estimation analytique à partir d'un coût unitaire moyen d'analyse et nombre moyen de colis analysés par an	550	50
Tierce maintenance applicative - Administration des ventes	Estimation sur la base des dépenses constatées	300	300
Services généraux et logistiques	Estimation à partir des coûts actuels du CSA (900 k€/an)	2 700	2 100
Maintenance – Expertises spécifiques	Estimation à partir de devis de maintenance	650	650

Tableau 13 – Synthèse des frais de fonctionnement par période

A ce stade de l'étude, les options proposées dans le contrat SS8 par le fournisseur du funiculaire n'ont pas été intégrées dans le chiffrage objet de cette note:

- Option 2 – Assistance à l'exploitation et aux contrôles : 1 3 M€
- Option 3 – Maintenance pendant les 5 premières années d'exploitation : 3,4 M€

L'opportunité de lever totalement ou partiellement ces options sera examinée en fonction de l'avancement des études et le budget ré actualisé en conséquence.

4. Energies et fluides (consommations)

4.1 Synthèse méthodologique

Ce poste qui comprend la fourniture des utilités (électricité et fluides) a fait l'objet pour sa composante électricité d'une évaluation préliminaire par Gaiya :

- le tarif d'achat de l'électricité est pris en référence à 0,0571 €/kWh, en cohérence avec le raccordement du site en 400 kV
- il ne prend pas en compte les modifications tarifaires annoncées par l'Etat en 2013.
- Il n'intègre pas les consommations électriques liées au démantèlement des installations

La fourniture du gaz et des différents fluides est pris en compte à ce stade des études à hauteur de 5% du coût de fourniture de l'électricité.

4.2 Estimation du coût de base

L'estimation du coût de base en matière d'énergie et fluide est synthétisée dans le tableau 14 :

	2029-2034	2035-2051	2052-2078	2079-2099	2100-2144
SS2	919 377	1 608 001	3 172 938	1 988 140	2 155 762
SS3	159 576	247 065	380 862	296 226	634 769
SS4	534 930	1 106 780	1 583 573	1 736 031	3 638 438
SS5	325 815	512 708	814 302	459 769	985 219
SS8	8 876	29 739	59 670	83 277	133 324
Total électricité (MWh)	1 948 574	3 504 294	6 011 344	4 563 443	7 547 513
Total électricité (M€)	111,3	200,1	343,2	260,6	431,0
Fluides (M€)	5,6	10,0	17,2	13,0	21,5
TOTAL (M€)	116,8	210,1	360,4	273,6	452,5

Tableau 14- Estimation du coût de base Energies & Fluides

Ce poste représente ainsi 1,41 Md€ en coût brut.

5. Fourniture des pièces de rechange

5.1 Synthèse méthodologique

Le coût annuel de fourniture des pièces de rechange (hors personnel de maintenance) est évalué par un ratio du coût d'investissement M&T (matériels et travaux) des équipements en exploitation. L'estimation est réalisée année par année en tenant compte du cumul d'investissement à date.

Sur la base de REX ayant fait l'objet d'échanges lors des GT coûts, l'Andra retient un ratio annuel de 0,5% pour les équipements mécaniques et 0,25% pour les autres équipements (ventilation, conduite, électricité, tuyauterie) et le second œuvre. A ce stade, ces ratios sont considérés identiques pour les équipements installés dans les bâtiments ou les ouvrages souterrains. Il n'est pas pris en compte de renforcement de la maintenance avec le vieillissement des installations, malgré des hypothèses optimistes sur la durée de vie des équipements.

5.2 Estimation du coût de base

Le coût de base de fourniture des pièces de rechange est estimé à 784 M€ en coût brut. Le coût de base est consolidé sur les périodes d'exploitation de Cigéo :

Coûts en M€	2029-2039	2040-2078	2079-2099	2100-2156	Total
SS1	10,3	41,1	27,6	48	127
SS2	28,2	103,8	101,1	94,9	328
SS3	3,7	13	7	15,1	38,8
SS4	15,6	52	35,9	100,3	203,8
SS5	6,1	23,7	14,1	33,1	77
SS8	0,5	3,2	1,8	3,8	9,3
Total	64,4	236,8	187,4	295,1	783,8

Tableau 15- Synthèse du coût brut de fourniture des pièces de rechange

6. Fourniture des conteneurs de stockage et des intercalaires

6.1 Synthèse méthodologique

L'analyse a été conduite période par période selon les chroniques du PIGD VD à partir des coûts unitaires des colis de stockage (sans évolution par rapport au chiffrage 2013).

Comme pour le chiffrage 2013, les conteneurs de stockage de la période 2029-2033 sont intégrés dans le chiffrage de l'investissement sous la responsabilité du chef de projet.

Le nombre de conteneur par type indiqué dans le tableau correspond au nombre de conteneurs de stockage à approvisionner pour Cigéo.

Les colis primaires non définis dans le socle de connaissance et donc sans colis de stockage définis sont pris en compte pour un montant unitaire de 5 k€ par colis de stockage et sont identifiés dans le tableau sous le dénomination (2-3-4-5-6)x.

6.2 Estimation du coût de base

Les sur conteneurs, fonction des colis de déchets qu'ils contiennent, sont décrits dans la note CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-7000-14-0055 « estimation du coût de base, colis de stockage SS7

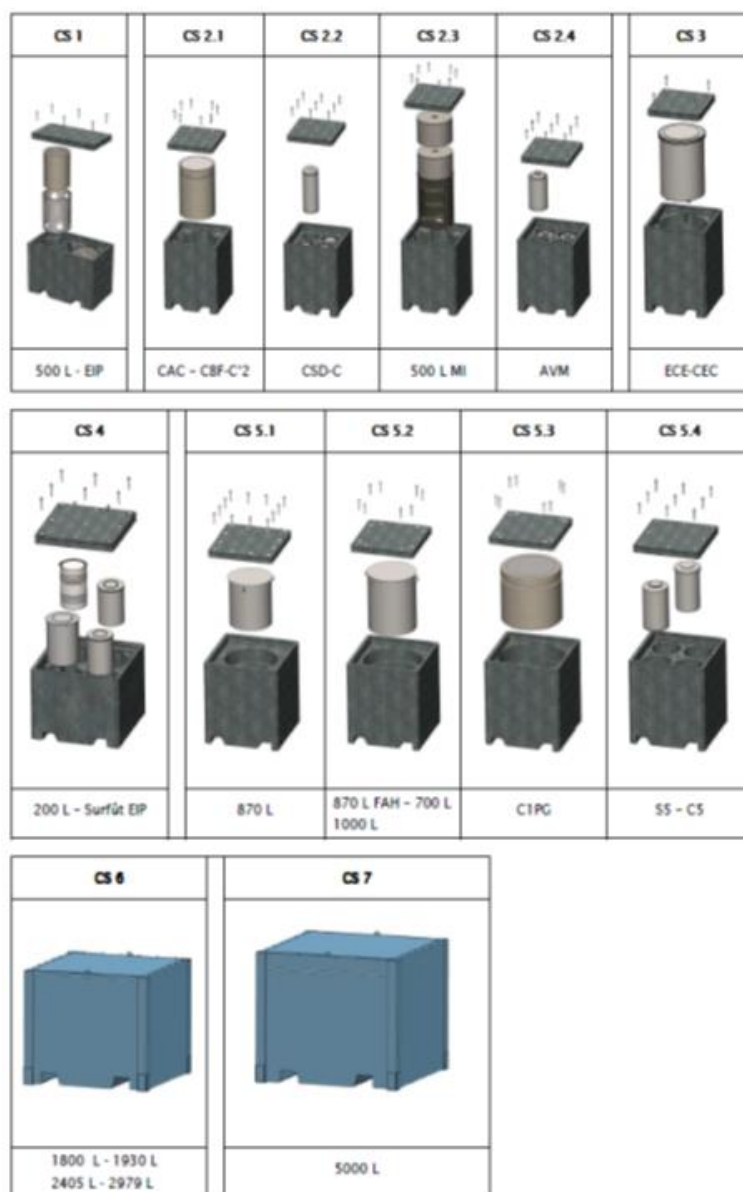


Figure 3 Illustration des modèles de colis de stockage MA-VL CS1 à CS7

- Les colis de déchets HAVL à dégagement thermiques modérés



- Les colis de déchets HAVL à dégagements thermiques élevés



Figure 4 - Illustration des colis de stockage HA fortement exothermiques (HA1, HA2)

L'estimation de la page suivante est établie à partir des chroniques du PIGD VD en distinguant les différents types de conteneurs de stockage requis en fonction des colis primaires de colis de déchets qu'ils contiennent.

Les coûts des sur conteneurs HA correspondent à l'épaisseur retenue à ce stade de l'étude de 65mm

Les coûts unitaires sont issus de la note CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-7000-14-0055 « estimation du coût de base, colis de stockage SS7

type CS	Coût unitaire (k€)	2034-2051 2034-2039 HAVL		2052-2074		2075-2089		2090-2099		2099-2144		Total	
		nombre	coûts (k€)	nombre	coûts (k€)	nombre	coûts (k€)	nombre	coûts (k€)	nombre	coûts (k€)	nombre	coûts (k€)
1	5	60	300	1601	8003	3109	15545	0	0	0	0	4770	23848
2.1	5	2589	12427	3334	16003	2160	10368	1464	7027	0	0	9547	45826
2.2	5,4	2856	15420	4408	23801	4301	23227	2115	11422	0	0	13680	73869
2.3	4,9	0	0	1545	7571	399	1953	0	0	0	0	1944	9523
2.4	5,4	0	0	84	452	0	0	0	0	0	0	84	452
3	4,9	1406	6889	0	0	0	0	0	0	0	0	1406	6889
4	5	7401	39965	3384	18275	1976	10669	0	0	0	0	12761	68909
5.1	7,3	0	0	6660	48618	1106	8074	0	0	0	0	7766	56692
5.2	11,6	0	0	40	464	0	0	0	0	0	0	40	464
5.3	5,7	0	0	1900	10830	0	0	0	0	0	0	1900	10830
5.4	7,1	0	0	3607	25611	0	0	1100	7810	0	0	4707	33421
6	18	0	0	221	3978	0	0	0	0	0	0	221	3978
7	21,1	0	0	19	401	0	0	0	0	0	0	19	401
(2-3-4-5-6)x	5	0	0	973	4865	4960	24800	5832	29160	0	0	11765	58825
10	17	88	1452	0	0	0	0	0	0	0	0	88	1452
11	21	1151	24506	0	0	0	0	0	0	0	0	1151	24506
12	19,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	17,8	880	15664	0	0	0	0	0	0	0	0	880	15664
14	17,7	0	0	0	0	4650	82305	8580	151866	38610	683397	51840	917568
TOTAL		16430	116623	27775	168871	22661	176940	19091	207286	38610	683397	124567	1353117

Ce qui conduit au récapitulatif en fonction du type de colis suivant :

récapitulatif		
	Nombre de CS	Coût total (k€)
MAVL	70609	393928
HAVL	53959	959190

Tableau 16- Synthèse du coût de fourniture des conteneurs de stockage

Le coût de base des conteneurs de stockage est estimé à 1,36 Md€ en coût brut

Le coût des intercalaires de stockage est repris selon la même méthode que les conteneurs de stockage et conduit à l'estimation suivante sur la base d'un nombre d'intercalaires égal au nombre de conteneurs

intercalaires	Coût unitaire (K€)	2034-2051 2034-2039 HAVL		2052-2074		2075-2089		2090-2099		2099-2144		Total	
		nombre	coûts (k€)	nombre	coûts (k€)	nombre	coûts (k€)	nombre	coûts (k€)	nombre	coûts (k€)	nombre	coûts (k€)
HA1	5,20	0		0		2391	12433	4411	22937	19851	103225	26653	138596
HA2	5,40	0		0		2259	12199	4169	22513	18759	101299	25187	136010

Tableau 17- Synthèse du coût de fourniture des conteneurs de stockage

Le coût de base des intercalaires de stockage est estimé à 274,6 M€ en coût brut.

Le coût de base des conteneurs de stockage et des intercalaires est estimé à 1, 63 Md€ en coût brut.

7. Synthèse

L'ensemble des estimations mentionnées dans cette note est récapitulé dans le tableau suivant :

BUDGETS (M€)	Coût brut total	Coût brut moyen annuel
Effectifs	3609	31,1
Fonctionnement	793,5	6,8
Pièces de rechange	784	6,8 Ramené sur 116 ans
Conteneurs de stockage et intercalaires	1630	14
Utilités	1413.4	12,2
TOTAL	8230	70,9

Tableau 18- Synthèse des coûts d'exploitation

CHIFFRAGE CIGÉO EN PHASE ESQUISSE

Evaluation des coûts de la surveillance après fermeture

Identification

CG.TE.F.NTE.AMOA.EEE.0000.14.0106

Octobre 2014

Pages : 11

SOMMAIRE

1.	Contexte et objectifs	4
2.	Le maintien de la mémoire	4
3.	La surveillance de l'environnement après fermeture du stockage	5
3.1	<i>Objectifs</i>	5
3.2	<i>Retour d'expérience des centres de stockage en surface</i>	6
3.3	<i>Surveillance de la qualité des eaux souterraines de Cigéo</i>	6
3.4	<i>Surveillance de la qualité des eaux superficielles (ruisseaux, rivières,...) de Cigéo</i>	7
3.5	<i>Surveillance de la qualité de l'air au droit des ouvrages de liaison surface-fond fermés</i>	7
3.6	<i>Volume représentatif de la surveillance de l'environnement</i>	7
4.	Frais de personnel	8
5.	Impôts et taxes	8
6.	Synthèse des coûts annuels et financement	9
7.	Références	10

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Tableaux

Tableau 1 - Synthèse des coûts annuels et financement	9
---	---

1. Contexte et objectifs

Conformément au cadre réglementaire, notamment l'arrêté du 7 février 2012 [1], et au guide ASN 2008 [2], le centre de stockage du projet Cigéo est conçu pour évoluer progressivement d'une sûreté active à une sûreté totalement passive, où aucune action de l'homme ne sera plus nécessaire. Après la fermeture, l'objectif fixé par l'Andra est de maintenir la mémoire le plus longtemps possible, conformément à la recommandation de la publication de la CIPR n°122 [3]. Ce dispositif de maintien de la mémoire doit être suffisamment robuste pour atteindre l'objectif affiché par le guide ASN 2008 de pouvoir exclure une intrusion humaine dans le stockage avant 500 ans. Ce dispositif de maintien de la mémoire est à entendre comme la mise en place d'un ensemble de dispositions complémentaires, de type archivistique, marquage de surface, sociétal, de participation du public, et d'opérations de surveillance réalisées sur le site.

Concernant les opérations de surveillance, l'arrêté du 7 février 2012 fixe les règles générales relatives aux installations nucléaires de base. Cet arrêté stipule au Chapitre V relatif aux stockages de déchets radioactifs que : « *Dans le respect des objectifs énoncés par l'article L. 542-1 du code de l'environnement, le choix du milieu géologique, la conception et la construction d'une installation de stockage de déchets radioactifs, son exploitation et son passage en phase de surveillance sont définis de telle sorte que la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement soit assurée de façon passive vis-à-vis des risques présentés par les substances radioactives ou toxiques contenues dans les déchets radioactifs après le passage en phase de surveillance. Cette protection ne doit pas nécessiter d'intervention au-delà d'une période de surveillance limitée, déterminée en fonction des déchets radioactifs stockés et du type de stockage. L'exploitant justifie que la conception retenue répond à ces objectifs et justifie sa faisabilité technique.* »

La surveillance permettra ainsi d'une part de vérifier le respect des exigences réglementaires et d'autre part de contribuer au maintien de la mémoire, à la fois par l'implication des acteurs dans la surveillance et par la communication des résultats de celle-ci.

La fermeture définitive devra être autorisée par une nouvelle loi. Cette dernière pourra fixer les conditions dans lesquelles le site restera contrôlé, sa surveillance maintenue et la mémoire conservée. La présente évaluation vise à estimer de manière préliminaire l'ordre de grandeur des coûts de surveillance et de conservation de la mémoire et ne préjuge pas des dispositions que souhaiteront retenir les générations suivantes.

Sont ainsi décrits et évalués les dispositifs de maintien de la mémoire (chapitre 2), de surveillance (chapitre 3), les besoins en personnel (chapitre 4), ainsi que les impôts, taxes associés (chapitre 5).

Le chapitre 6 présente une synthèse du chiffrage du coût de l'ensemble du dispositif.

2. Le maintien de la mémoire

La définition du dispositif de maintien de la mémoire bénéficie du retour d'expérience du Centre de stockage de la Manche (CSM) et des travaux menés au niveau international par le groupe RK&M de l'AEN. Les principales conclusions de ces travaux [4], exposées lors de la conférence internationale « constructing memory » en septembre 2014 à Verdun, sont les suivantes :

- Les actions mises en œuvre dès la conception, la construction et l'exploitation du stockage doivent viser à maintenir la mémoire le plus longtemps possible ;
- La robustesse du dispositif du maintien de la mémoire repose sur une « approche systémique », qui allie différents outils de maintien de la mémoire en interaction les uns avec les autres. Suivant la solution de référence mise en place au CSM, on peut distinguer des dispositifs « passifs », principalement archivistiques et de marquage, et des dispositifs « actifs » impliquant la participation du public.

De nombreuses pistes sont actuellement explorées pour étoffer et rendre plus robuste l'approche systémique. A ce stade, l'évaluation du coût ne comprend que les deux éléments suivants :

- Maintien des archives ;
- Information du public proche.

La conception de Cigéo prévoit la construction et l'entretien, jusqu'à la fermeture de Cigéo, d'un centre d'archives, ouvert au public, dont le coût de construction et d'entretien est inclus dans les coûts de construction et d'exploitation du centre. La base d'investissement retenue pour ce bâtiment au stade esquisse est de 4 M€₂₀₁₂.

La constitution des archives durant toute la vie de l'installation fait aussi partie des coûts normaux d'exploitation. Ainsi, on considère que lors de la fermeture du centre, les éléments constituant la mémoire passive (« mémoire détaillée », « mémoire de synthèse ») sont opérationnels.

Outre les coûts de personnel de gestion de la mémoire passive et active (voir chapitre 4), les coûts afférents au maintien de la mémoire concernent donc :

1. Le maintien du bâtiment d'archive et d'accueil du public en conditions opérationnelles :
 - Coût de jouvence : 50 % du coût d'investissement tous les 30 ans soit 0,07 M€₂₀₁₂/an ;
 - Entretien et maintenance : 15% du coût d'investissement par an soit 0,6 M€₂₀₁₂/an.
2. Les actions de communication et d'information du public :
 - Sur la base du retour d'expérience du budget communication du CSM, ce montant est évalué à 0,2 M€₂₀₁₂/an

3. La surveillance de l'environnement après fermeture du stockage

3.1 Objectifs

La surveillance de Cigéo et de son environnement après fermeture doit permettre d'atteindre les objectifs suivants :

1. Vérifier le respect des exigences réglementaires. Compte tenu de la conception du stockage géologique profond, il n'est attendu aucun impact mesurable sur l'environnement du stockage après sa fermeture avant des milliers d'années, à l'exception éventuelle d'une émission mesurable de faibles quantités de radionucléides gazeux via les liaisons surface-fond avant leur resaturation. Ainsi, la surveillance de l'environnement pourrait consister en :
 - La vérification de l'absence de pollution radioactive ou chimique dans les aquifères des formations encaissantes au Callovo-Oxfordien en provenance de Cigéo. La formation argileuse du Callovo-Oxfordien est encadrée dans sa partie supérieure par l'aquifère de l'Oxfordien calcaire et dans sa partie inférieure par l'aquifère du Dogger. Les aquifères de l'Oxfordien calcaire et du Dogger peuvent constituer des voies de transfert potentielles vers les exutoires des radionucléides et des toxiques chimiques lorsque ceux-ci auront traversé le Callovo-Oxfordien. Les temps de transfert jusqu'au toit du Callovo-Oxfordien, tels qu'évalués dans le cadre des Dossiers 2005 et 2009 pour différentes configurations d'architecture sont de manière générale supérieurs à 100 000 ans lorsque les radionucléides empruntent la voie de transfert par le Callovo-Oxfordien, et supérieurs à 10 000 ans lorsque les radionucléides empruntent la voie de transfert par les ouvrages via les galeries. Les radionucléides ne devraient donc pas être détectés dans les aquifères avant un très long terme. La surveillance radiologique et physico-chimique des eaux souterraines vise ainsi à confirmer l'absence de contamination des aquifères de l'Oxfordien et du Dogger.
 - La surveillance de l'éventuelle émission de gaz radioactifs provenant du stockage.
 - La vérification de l'absence de contamination des cours d'eau dans l'environnement du site.
2. Vérifier en support à la démonstration de sûreté, le bon fonctionnement du stockage, en particulier qu'il fonctionne de manière passive selon les objectifs qui lui ont été assignés. Même si la fermeture rend difficile l'observation directe du stockage, certains dispositifs d'observation pourraient être mis en place :
 - Quelques paramètres, dont l'observation pourrait être incluse dans la surveillance de l'environnement, pourraient évoluer de manière sensible à l'extérieur du stockage lui-même à l'échelle pluri-centennale, par exemple :
 - ✓ Le tassement en surface des remblais des liaisons surface-fond, l'évolution topographique des versants,
 - ✓ La résorption de la perturbation hydraulique engendrée s'il y a eu rabattement de l'Oxfordien au niveau des ouvrages de liaison surface/fond,
 - ✓ L'évolution de la température des formations encaissantes au Callovo-Oxfordien.

- Des moyens d'auscultation à distance du stockage pourraient être développés. Les pistes à l'étude sont les forages, la géophysique de surface, la gravimétrie, des instruments laissés au fond ou en forage. A ce stade, la définition de ces moyens n'est pas assez aboutie pour pouvoir être considérée dans le chiffrage. En tout état de cause, la mise en œuvre de l'auscultation dépendra beaucoup des développements technologiques dans ce domaine qui pourront intervenir dans le prochain siècle.

Ainsi le chiffrage évalué à ce stade est celui de la surveillance de l'environnement, qui comprend :

- les prélèvements d'échantillons et les analyses radiologiques et physico-chimiques de ces échantillons,
- les observations topographiques,
- le maintien opérationnel des dispositifs de prélèvement (notamment les piézomètres).

Les paragraphes suivants ont pour objectif de décrire les principes et les hypothèses retenues pour estimer la volumétrie des moyens à mettre en œuvre pour assurer la surveillance de l'environnement de l'installation souterraine après fermeture.

Les propositions et moyens mis en œuvre s'appuient à ce stade sur le retour d'expérience des centres de stockage en surface, les contextes propres à Cigéo et à chaque centre de surface étant néanmoins différents.

3.2 Retour d'expérience des centres de stockage en surface

Les moyens et dispositions qui pourraient être mis en œuvre pour la surveillance après fermeture du projet Cigéo se fondent notamment sur le retour d'expérience du Centre de stockage de la Manche [5], et du Centre de stockage de l'Aube (CSA) [6]:

- Le contenu du programme de surveillance du Centre de stockage de la Manche (CSM) et l'organisation relative à cette surveillance sont présentés dans le plan réglementaire de surveillance du Centre et de son environnement [5]. Les résultats sont régulièrement diffusés auprès de l'ASN (rapport annuel) et du public (synthèse du rapport annuel présentée à la CLI). Il est à noter que le décret instaurant le passage en phase de surveillance du CSM précise que, tous les dix ans, l'exploitant étudie l'opportunité de faire évoluer les dispositions de surveillance et de protection de son installation. La surveillance comporte le suivi des eaux souterraines et des eaux de surface, ainsi que des prélèvements destinés au suivi des animaux et des végétaux [5]. Les suivis et prélèvements sont réalisés en fonction des objectifs de surveillance de la couverture ou du confinement du stockage. Globalement la liste des paramètres surveillés comporte des mesures radiologiques, radiochimiques et physico-chimiques.
- La surveillance effectuée au CSA s'appuie notamment sur l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution pris en application des articles R. 1321-10, R. 1321-15 et R. 1321-16 du code de la santé publique. Le contenu et la fréquence des prélèvements y sont précisés. Le bilan annuel de la surveillance du CSA indique qu'en 2011 [7] la surveillance de l'environnement et des rejets du CSA a conduit à la réalisation de 2 240 prélèvements pour environ 11 400 mesures radiologiques et environ 90 prélèvements pour 3 073 analyses physico-chimiques.

3.3 Surveillance de la qualité des eaux souterraines de Cigéo

La surveillance radiologique et physico-chimique des eaux souterraines peut être effectuée au moyen de forages instrumentés qui interceptent les aquifères de l'Oxfordien et du Dogger. Ces forages instrumentés permettent à la fois de faire un suivi piézométrique des aquifères (mesure de la charge hydraulique) permettant de suivre l'évolution de la perturbation hydraulique causée par Cigéo et de prélever des échantillons d'eau à des fins d'analyses radiologiques et physico-chimiques.

Compte tenu des temps de transfert très longs des radionucléides et toxiques, la surveillance pourrait s'effectuer à une fréquence annuelle.

La surveillance radiologique et physico-chimique des eaux pourrait être conduite dans des forages équipés situés sur les trajectoires d'écoulement des eaux potentiellement impactées par des relâchements de radionucléides et de substances toxiques issus du stockage.

Le modèle hydrogéologique intégré région-secteur présenté en 2012 consolide les trajectoires des écoulements :

- Dans l'Oxfordien : celles-ci sont orientées vers le nord-ouest de la zone étudiée pour l'implantation de Cigéo (ZIRA) ;
- Dans le Dogger : celles-ci sont orientées vers l'ouest de la ZIRA jusqu'à la zone de fracturation diffuse, puis vers le sud.

Dans la ZIRA : trois forages pourraient être réalisés au droit du stockage mais sans atteindre le Callovo-Oxfordien. Ces forages permettraient la surveillance de l'aquifère de l'Oxfordien.

Hors de la ZIRA : La surveillance pourrait considérer le suivi d'un piézomètre interceptant le Dogger.

Se pose la question de la pérennité et de la maintenance des forages instrumentés en vue d'une utilisation sur des temps longs. Il est ainsi fait l'hypothèse que l'instrumentation devrait être renouvelée tous les 50 ans mais ce point reste à vérifier en fonction du retour d'expérience acquis par exemple pendant l'exploitation.

3.4 Surveillance de la qualité des eaux superficielles (ruisseaux, rivières,...) de Cigéo

L'Orge et l'Ormançon traversent la ZIRA mais représentent des eaux de surface qui ne constituent pas des exutoires du stockage à long terme dans l'évaluation de sûreté. La surveillance vise à s'assurer de l'absence de radioactivité rajoutée par les activités de Cigéo après fermeture.

L'état initial à la fermeture sera celui obtenu dans le cadre de la surveillance pendant l'exploitation et le démantèlement de l'installation.

La surveillance radiologique et physico-chimique concernera les parties solubles et insolubles des eaux de surface, et devrait être au moins semestrielle pour prendre en compte les variations de régime des cours d'eau.

3.5 Surveillance de la qualité de l'air au droit des ouvrages de liaison surface-fond fermés

L'objectif est de surveiller l'absence de pollution radioactive ou chimique par émission de gaz provenant du stockage au droit des ouvrages de liaison surface-fond.

Les moyens à mettre en œuvre doivent permettre des prélèvements de l'air atmosphérique en aval des vents dominants, à proximité des ouvrages de liaison, entre 20 et 100 m.

La géométrie et le positionnement du dispositif de prélèvement devra être adapté au vu du retour d'expérience acquis pour faire les prélèvements et mesures pendant la phase d'exploitation.

3.6 Volume représentatif de la surveillance de l'environnement

Comparativement à un centre de surface en phase de surveillance comme le CSM, la surveillance après fermeture portera sur un nombre plus restreint de points de mesures et le nombre de prélèvements et d'analyses sera bien moindre. En revanche la présence de forages profonds induit des coûts fixes de maintenance des équipements plus importants.

Dans le cadre de la surveillance de l'environnement pendant l'exploitation, des forages dans l'Oxfordien seront réalisés et pourront être utilisés pour la surveillance après fermeture. Le coût de leur réalisation est intégré dans le poste « travaux préalables ». En ce qui concerne le forage au Dogger, celui-ci devrait être réalisé hors de la ZIRA lors de la fermeture. Le coût de sa réalisation est évalué à 1 M€₂₀₁₂.

Les prélèvements et les analyses peuvent être sous-traités ainsi que la maintenance des équipements.

Ainsi, en considérant que la surveillance représente de l'ordre de la centaine de prélèvements et de l'ordre du millier de mesures ou d'analyses par an, un ordre de grandeur du coût associé pourrait être :

- Pour les prélèvements, mesures et analyses : 40 k€₂₀₁₂/an ;
- Pour le suivi topographique : 10 k€₂₀₁₂/an ;
- Pour la maintenance des équipements, y compris les provisions pour rénovations des forages profonds : 200 k€₂₀₁₂/an.

4. Frais de personnel

La structure organisationnelle mise en place après la fermeture aura à assurer les missions suivantes :

- Pour le maintien de la mémoire :
 - ✓ Gestion des archives ;
 - ✓ Communication et accueil du public.
- Pour la surveillance : supervision des opérations de surveillance.

Le dimensionnement de cette structure doit aussi prendre en compte sa nécessaire résilience pour assurer une robustesse dans la continuité de sa mission de transmission de la mémoire. Ceci implique que la structure soit organisée pour assurer un transfert des connaissances et des compétences, et une certaine redondance au sein du personnel en ce qui concerne la connaissance de Cigéo pour pouvoir faire face au renouvellement du personnel.

En fonction de ces objectifs, le dimensionnement envisagé pour la structure organisationnelle après la fermeture pour assurer le maintien de la mémoire et la surveillance, est le suivant :

- un chef de centre ;
- un responsable surveillance environnement ;
- un cadre archiviste / responsable mémoire ;
- un technicien archiviste ;
- un responsable communication/information du public ;
- une assistante.

Ce dimensionnement s'appuie sur le retour d'expérience :

- du CSM, dont l'activité est relativement comparable : surveillance d'un site fermé avec accueil du public : 6 personnes. Les différences avec le cas de Cigéo sont les suivantes :
 - ✓ Les fonctions archivistiques ne sont pas prises en charge par le centre ;
 - ✓ La situation n'étant pas encore stabilisée (évolution de la couverture, pollution historique), 3 personnes s'occupent de la partie surveillance/maintenance des installations.
- du centre EDF Blois (centre d'archive avec délégation des Archives de France) : 4 personnes.

Pour évaluer les coûts liés au personnel de l'Andra pour la phase de surveillance, on retient en hypothèse les taux utilisés pour le chiffrage des coûts d'exploitation, c'est-à-dire :

- 89,2 €₂₀₁₂/h pour un cadre ;
- 61,3 €₂₀₁₂/h pour un oetam.

Les frais de personnels environnés, sur la base de 1570 heures par an, s'élèvent ainsi à 0,75 M€₂₀₁₂/an, pour 4 ingénieurs/cadres et 2 techniciens.

5. Impôts et taxes

En phase de surveillance, l'installation est soumise à :

- La taxe sur les INB : un abattement de 50% est retenu en phase de surveillance, conformément à la réglementation. Cette taxe constitue l'essentiel des impôts et taxes à acquitter en phase de surveillance.
- La contribution IRSN : l'évaluation est réalisée en retenant l'hypothèse du coefficient minimum
- La taxe foncière : la taxe foncière est due pour les structures qui n'auraient pas été déconstruites lors de la phase de démantèlement.
- La taxe foncière sur les propriétés non bâties est considérée à ce stade négligeable.

Au total, le poste impôts et taxes représenterait 1,3 M€₂₀₁₂ par an (comparable au cas du CSM pour lequel ce poste représente 1,4 M€₂₀₁₂/an).

Il est à noter que le décret 2007-1557 du 2 novembre 2007 ne prévoit pas de possibilité de déclassement d'une INB de stockage.

6. Synthèse des coûts annuels et financement

Le coût de la réalisation du forage au Dogger à réaliser à la fermeture du stockage est évalué à 1 M€₂₀₁₂.

Le coût annuel après fermeture de Cigéo, sur la base des postes exposés ci-dessus, est estimé à :

Activités	M€ ₂₀₁₂
Archives	0,67
Communication	0,20
Surveillance	0,25
Frais de personnel	0,75
Impôts et taxes	1,30
Total	3,17

Tableau 1 – Synthèse des coûts annuels et financement

Le financement de l'ensemble de ces activités devra être assuré par le mécanisme prévu par les articles L594-1 et suivants du code de l'environnement qui prévoient le provisionnement des sommes nécessaires à la surveillance des centres de stockage et leur sécurisation.

7. Références

- [1] Arrêté ministériel du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base
- [2] Guide de sûreté relative au stockage définitif des déchets radioactifs information géologique profonde, ASN 2008
- [3] Publication n°122 de la CIPR "Radiological Protection in Geological Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste"
- [4] Foundations and guiding principles for the preservation of records, knowledge and memory across generations: A focus on the post-closure phase of geological repositories, a Collective Statement of the NEA Radioactive Waste Management Committee, AEN, juillet 2014
- [5] Centre de stockage de la Manche. Plan réglementaire de surveillance du centre et de son environnement. ENV.PR.ACSM.98.0004/l.
- [6] Centre de Stockage de la Manche. Bilan annuel de la surveillance du centre et de son environnement. Année 2011. EXP.BI.ACSM.12.0001.
- [7] Bilan annuel de la surveillance du centre et de son environnement (CSFMA INB N°149 Année 2011). SUR.BI.AEES.12.0056.

CHIFFRAGE CIGEO EN PHASE ESQUISSE

Schéma assurantiel

Identification

CG.TE.F.NTE.AMOA.EEE.7000.14.0030/B

Octobre 2014

Pages : **20**

SOMMAIRE

1. Contexte	5
2. Travaux d'aménagements préliminaires de site et travaux préparatoires SS4 (2017/2020)	6
2.1 <i>Assurance Tous Risques Chantier (TRC) spécifique pour les aménagements préliminaires et les travaux préparatoires</i>	6
2.2 <i>Assurance Responsabilité civile (RC) aménagements préliminaires et travaux préparatoires</i>	6
2.3 <i>Synthèse chiffrée TRC et RC</i>	6
3. Travaux de construction des différents ouvrages (à partir de 2021)	7
3.1 <i>Assurance TRC/Montage essais pour la durée des travaux de construction des ouvrages de surface</i>	7
3.1.1 Programmes d'assurance	7
3.1.2 Synthèse chiffrée	7
3.2 <i>Assurance TRC/Montage essais pour la durée des travaux de construction des ouvrages souterrains</i>	8
3.2.1 Programmes d'assurance	8
3.2.2 Synthèse chiffrée	8
3.3 <i>Assurance Bris de machine</i>	9
3.4 <i>Assurance RC travaux</i>	9
3.4.1 Programmes d'assurance	9
3.4.2 Synthèse chiffrée	9
3.5 <i>Assurances décennales</i>	10
3.5.1 Programmes d'assurance	11
3.5.2 Synthèse chiffrée	11
4. Période d'exploitation (à partir de 2029)	12
4.1 <i>Multirisques Dommages (Bâtiments de surface et installations souterraines)</i>	12
4.1.1 Programmes d'assurance	12
4.1.2 Synthèse chiffrée	13
4.2 <i>TRC travaux de construction d'ouvrages souterrains en cours d'exploitation de Cigéo</i>	14
4.2.1 Programmes d'assurance	14
4.2.2 Synthèse chiffrée	14
4.3 <i>Assurance de Responsabilité civile nucléaire (RCN)</i>	14
4.3.1 Programmes d'assurance	14
4.3.2 Synthèse chiffrée	15
5. Tableau de synthèse	15
ANNEXE 1 : Liste des bâtiments retenus pour les assurances décennales en phase de construction (tranche 1)	16
ANNEXE 2 : Liste des bâtiments retenus pour les assurances décennales en phase de construction (tranches ultérieures)	19

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.

Tableaux

Tableau 1 - Synthèse TRC et RC pour les travaux d'aménagement préliminaire	6
Tableau 2 - Synthèse TRC pour les travaux de construction des ouvrages de surface	8
Tableau 3 - Synthèse TRC pour les travaux de construction des ouvrages souterrains	9
Tableau 4 - Synthèse RC pour les travaux de construction	10
Tableau 5 - Synthèse Assurances décennales pour les travaux de construction	12
Tableau 6 - Synthèse Multirisques Dommages	13
Tableau 7 - Synthèse TRC travaux de construction des ouvrages souterrains en cours d'exploitation	14
Tableau 8 - Synthèse RCN	15
Tableau 9 - Synthèse globale	15
Tableau 10 - Listes des bâtiments T1 pour les assurances décennales	18
Tableau 11 - Listes des bâtiments Tu pour les assurances décennales	19

1. Contexte

Dans le cadre du GT Coûts relatif au chiffrage du projet Cigéo, l'Andra et les autres exploitants nucléaires ont procédé à un premier échange de REX concernant les assurances souscrites par chacun d'entre eux afin de garantir leurs installations industrielles.

Afin d'affiner le chiffrage du coût estimatif du poste Assurances de Cigéo, l'Andra, en collaboration avec ses conseils, a établi un schéma assurantiel afin d'estimer les possibilités de couverture des différentes installations de Cigéo tant pendant la phase de construction que pendant la phase d'exploitation de ce dernier.

Ce schéma est basé sur deux options :

- Un programme d'assurance « optimum », permettant à l'Andra de bénéficier d'une couverture large au niveau des garanties et des montants de garantie et donc de la meilleure indemnisation possible en cas de sinistre ;
- Un programme d'assurance « minimum » basé sur la souscription des seules polices d'assurances jugées indispensables.

Les futurs contrats de financement du centre fixeront, d'un commun accord avec les producteurs, la couverture assurantielle souhaitable et le mode d'intervention et de financement en cas de risque non couvert.

Les différentes polices d'assurance pouvant être souscrites dans le cadre des deux options du schéma assurantiel étudié sont présentées ci-après avec indication de leur objet, du taux moyen actuel basé sur le programme et le coût prévisionnels des travaux à mi-2014, d'un plafond de garantie et dans toute la mesure du possible d'une franchise.

Dans le cadre de cette étude, il a été décidé de dissocier les phases suivantes :

- Aménagements préliminaires et travaux préparatoires, couvrant la période 2017 à 2020 ;
- Travaux de construction des différents ouvrages, couvrant la période 2021 à 2028 ;
- A partir de 2029, exploitation des installations au cours de laquelle intervient également la construction de nouveaux ouvrages.

Limites

- Les taux de primes figurant ci-après sont ceux actuellement applicables sur le marché de l'assurance et donc susceptibles d'évolution en fonction des conditions d'assurances et de réassurances fixées au moment de la souscription des différentes polices d'assurances et de l'évolution des taxes ;
- Le niveau de définition du projet n'est pas suffisant pour obtenir des estimations plus précises. Ceci ne pourra être le cas qu'à l'issue de l'APD pour la première tranche de travaux ;
- Les opérations de jouvence et de démantèlement ne sont pas couvertes par le présent document.

Point d'attention

Les taux de primes ci-après indiqués « TTC » tiennent compte de l'ensemble des taxes et surprimes applicables à ce jour, à savoir :

- pour les assurances Tous Risques Chantier, Pertes d'exploitation anticipée et Dommages/Pertes d'exploitation :
 - ✓ Des taxes d'assurances fixées en 2013 à 9 % ;
 - ✓ De la surprime catastrophes naturelles fixée en 2013 à 12 % ;
 - ✓ De la surprime « attentats » dite Gareat fixée en moyenne à 22%.
- pour les autres assurances, des taxes d'assurances fixées à 9 %.

Le taux TTC appliqué au montant à couvrir donne le montant de la prime d'assurance.

2. Travaux d'aménagements préliminaires de site et travaux préparatoires SS4 (2017/2020)

2.1 Assurance Tous Risques Chantier (TRC) spécifique pour les aménagements préliminaires et les travaux préparatoires

L'objet de cette assurance est de garantir les opérations devant être réalisées avant le début des travaux de construction (déboisement, réseaux et voiries du chantier, plateformes, clôture, base chantier, chambres de montage des tunneliers) pendant une durée de deux ans, reconductible, sans recherche de responsabilité des différents intervenants afin de limiter les délais d'instruction des sinistres et donc les retards dans l'exécution des travaux. Sont donc couverts au titre de cette assurance le Maître d'ouvrage et l'ensemble des intervenants au chantier.

- **Programme d'assurance optimum** :
 - ✓ Taux : 3,56 % TTC ;
 - ✓ Plafond de garantie : 50.000.000 € pour la durée du chantier ;
 - ✓ Franchise : 30.000 €/sinistre.
- **Programme d'assurance minimum** : assurance non souscrite.

2.2 Assurance Responsabilité civile (RC) aménagements préliminaires et travaux préparatoires

Cette assurance a pour objet de garantir en première ligne les dommages corporels, matériels et immatériels consécutifs ou non. Sont bénéficiaires de cette assurance l'ensemble des intervenants aux travaux, y compris le Maître d'ouvrage, pendant une durée de deux ans, reconductible. Les assurances RC des entreprises interviennent donc en « excess » après épuisement de la première ligne ainsi mise en place.

- **Programme d'assurance optimum** :
 - ✓ Taux : 0,2725 % TTC ;
 - ✓ Plafond de garantie : 10.000.000 € épuisable sur deux ans ;
 - ✓ Franchise : 25.000 €/sinistre.
- **Programme d'assurance minimum** : assurance non souscrite.

2.3 Synthèse chiffrée TRC et RC

Les montants des travaux d'aménagements préliminaires de site et des travaux préparatoires présentés dans le tableau suivant sont issus du Plan à Moyen terme (PMT) 2013-2018 ramenés aux CE₂₀₁₂.

Aménagements préliminaires de site et travaux préparatoires		
	T1	Tu
<i>Travaux (cf. PMT 2013-2018)</i>	112 873 k€	SO
Total M&T (yc frais transverses)	112 873 k€	SO

Programme d'assurance optimum		
	T1	Tu
<i>TRC</i>	402 k€	SO
<i>RC</i>	31 k€	SO
Total (optimum)	433 k€	SO

Programme d'assurance minimum		
	T1	Tu
<i>TRC</i>	0 k€	SO
<i>RC</i>	0 k€	SO
Total (minimum)	0 k€	SO

Tableau 1 - Synthèse TRC et RC pour les travaux d'aménagement préliminaire

3. Travaux de construction des différents ouvrages (à partir de 2021)

3.1 Assurance TRC/Montage essais pour la durée des travaux de construction des ouvrages de surface

Cette assurance a pour objet de garantir tous les travaux de construction des ouvrages de surface et les montages/essais des équipements contre les dommages matériels, y compris ceux résultant d'une erreur de conception, de montage ou de défaut de matière. Cette assurance prend normalement fin à la date de réception des ouvrages mais elle pourrait être étendue jusqu'à la date d'autorisation d'exploitation de l'ASN. Sont couverts au titre de cette assurance le Maître d'ouvrage et l'ensemble des intervenants au chantier sans recherche de responsabilité.

Cette assurance peut être complétée par une garantie Perte d'Exploitation Anticipée (PEA) destinée à couvrir les pertes financières consécutives à un sinistre, telles que réclamations financières des co-contractants du fait du retard du chantier, préjudice du Maître d'ouvrage du fait du report de la mise en service de l'installation, du fait du sinistre. Le taux de prime actuel de cette garantie est de l'ordre de 14,61 ‰ TTC.

3.1.1 Programmes d'assurance

- **Programme d'assurance optimum TRC :**

- ✓ Taux : 7,30 ‰ TTC.
- ✓ Plafond de garantie : 600.000.000 € pour la durée du chantier.
- ✓ Franchise : 50.000 €/sinistre pour les installations conventionnelles, 150.000 €/sinistre pour les installations nucléaires.

- **Programme d'assurance minimum TRC :**

- ✓ Taux : 5,76 ‰ TTC.
- ✓ Plafond de garantie : 300.000.000 € pour la durée du chantier.
- ✓ Franchise : 150.000 €/sinistre pour les installations conventionnelles, 300.000 €/sinistre pour les installations nucléaires.

3.1.2 Synthèse chiffrée

Les montants de travaux et les taux de MOe sont issus des notes de chiffrage relatives :

- Aux installations conventionnelles de surface et installations communes (SS3 et SS5) ;
- Aux bâtiments nucléaires de surface (SS2) ;
- Au process nucléaire pour les parties process de surface et process commun (SS1) ;
- Aux coûts de MOe.

Construction ouvrages de surface		
	T1	Tu
<i>Communs et transv. (conv.)</i>	46 806 k€	233 962 k€
<i>Zone puits (conv.)</i>	291 590 k€	174 461 k€
<i>Zone descenderie (conv.)</i>	396 333 k€	2 076 k€
<i>Zone descenderie (nuc.)</i>	985 712 k€	776 637 k€
<i>Process colis surface (nuc.)</i>	21 273 k€	5 036 k€
Total M&T (yc frais transverses)	1 741 715 k€	1 192 172 k€

MOe ouvrages de surface		
	T1	Tu
<i>MOe de réalisation</i>	244 843 k€	180 562 k€
Total MOe	244 843 k€	180 562 k€

Programme d'assurance optimum		
	T1	Tu
<i>TRC</i>	14 502 k€	10 021 k€
Total (optimum)	14 502 k€	10 021 k€

Programme d'assurance minimum		
	T1	Tu
<i>TRC</i>	11 443 k€	7 907 k€
Total (minimum)	11 443 k€	7 907 k€

Tableau 2 - Synthèse TRC pour les travaux de construction des ouvrages de surface

3.2 Assurance TRC/Montage essais pour la durée des travaux de construction des ouvrages souterrains

Cette assurance est identique à celle mentionnée au point 3.1 mais vise exclusivement les travaux de construction des ouvrages souterrains et les montages/essais des équipements souterrains. Elle peut également être complétée d'une garantie PEA dont le taux de prime actuel est de l'ordre de 13,5 % TTC.

3.2.1 Programmes d'assurance Programme d'assurance optimum TRC :

- ✓ Taux : 14,61 % TTC.
- ✓ Plafond de garantie : 300.000.000 € pour la durée du chantier.
- ✓ Franchise : 250.000 €/sinistre.

• Programme d'assurance minimum TRC :

- ✓ Taux : 12,85 % TTC.
- ✓ Plafond de garantie : 150.000.000 € pour la durée du chantier.
- ✓ Franchise : 1.000.000 €/sinistre.

3.2.2 Synthèse chiffrée

Les montants de travaux et les taux de MOe pour la tranche 1 sont issus des notes de chiffrage relatives :

- Aux installations souterraines (SS4) ;
- Au process nucléaire pour les parties process MAVL et HA (SS1) ;
- Au funiculaire (SS8) ;
- Aux coûts de MOe.

Construction ouvrages souterrains		
	T1	Tu
<i>Descenderie</i>	501 325 k€	SO
<i>Puits équipés</i>	182 936 k€	SO
<i>Zone de Soutien Logistique</i>	214 103 k€	SO
<i>Ouvrages MAVL</i>	642 738 k€	SO
<i>Ouvrages HA</i>	152 581 k€	SO
<i>Process MAVL</i>	96 001 k€	SO
<i>Process HA</i>	24 353 k€	SO
<i>Process colis surface-fond</i>	47 659 k€	SO
Total M&T (yc frais transverses)	1 861 694 k€	SO

MOe ouvrages souterrains		
	T1	Tu
<i>MOe de réalisation</i>	211 531 k€	SO
Total MOe	211 531 k€	SO

Programme d'assurance optimum		
	T1	Tu
<i>TRC</i>	30 290 k€	SO
Total (optimum)	30 290 k€	SO

Programme d'assurance minimum		
	T1	Tu
<i>TRC</i>	26 641 k€	SO
Total (minimum)	26 641 k€	SO

Tableau 3 – Synthèse TRC pour les travaux de construction des ouvrages souterrains

3.3 Assurance Bris de machine

Au stade actuel des études, l'Andra n'envisage pas d'acheter en propre les tunneliers. Cette prestation fera partie intégrante du marché qui sera passé avec les entreprises devant réaliser les travaux de creusement.

De fait, le poste « Assurance Bris de machine » n'est pas retenu dans le présent chiffrage.

3.4 Assurance RC travaux

Objet des garanties identique au point 2.2.

La durée de la police est de cinq ans. Elle est reconductible.

3.4.1 Programmes d'assurance

- **Programme d'assurance optimum** :
 - ✓ Taux :
 - 0,2725 % TTC pour les ouvrages de surface,
 - 0,1635 % TTC pour les ouvrages souterrains.
 - ✓ Plafond de garantie : 10.000.000 € épuisable sur cinq ans.
 - ✓ Franchise : 25.000 €/sinistre.
- **Programme d'assurance minimum** : Assurance non souscrite.

3.4.2 Synthèse chiffrée

Les montants de travaux et les taux de MOe sont issus des notes de chiffrage relatives :

- Aux installations conventionnelles de surface et installations communes (SS3 et SS5) ;
- Aux bâtiments nucléaires de surface (SS2) ;
- Au process nucléaire (SS1) ;
- Aux installations souterraines (SS4) ;

- Au funiculaire (SS8) ;
- Aux coûts de MOe.

Construction ouvrages de surface		
	T1	Tu
<i>Communs et transv. (conv.)</i>	46 806 k€	233 962 k€
<i>Zone puits (conv.)</i>	291 590 k€	174 461 k€
<i>Zone descenderie (conv.)</i>	396 333 k€	2 076 k€
<i>Zone descenderie (nuc.)</i>	985 712 k€	776 637 k€
<i>Process colis surface (nuc.)</i>	21 273 k€	5 036 k€
Total M&T (yc frais transverses)	1 741 715 k€	1 192 172 k€
MOe ouvrages de surface		
	T1	Tu
<i>MOe de réalisation</i>	244 843 k€	180 562 k€
Total MOe	244 843 k€	180 562 k€
Construction ouvrages souterrains		
	T1	Tu
<i>Descenderie</i>	501 325 k€	0 k€
<i>Puits équipés</i>	182 936 k€	8 044 k€
<i>Zone de Soutien Logistique</i>	214 103 k€	0 k€
<i>Ouvrages MAVL</i>	642 738 k€	1 829 696 k€
<i>Ouvrages HA</i>	152 581 k€	4 106 412 k€
<i>Process MAVL</i>	96 001 k€	735 805 k€
<i>Process HA</i>	24 353 k€	283 701 k€
<i>Process colis surface-fond</i>	47 659 k€	0 k€
Total M&T (yc frais transverses)	1 861 694 k€	6 963 657 k€
MOe ouvrages souterrains		
	T1	Tu
<i>MOe de réalisation</i>	211 531 k€	597 873 k€
Total MOe	211 531 k€	597 873 k€
Programme d'assurance optimum		
	T1	Tu
<i>RC travaux ouvrages de surface</i>	541 k€	374 k€
<i>RC travaux ouvrages souterrains</i>	339 k€	1 236 k€
Total (optimum)	880 k€	1 610 k€
Programme d'assurance minimum		
	T1	Tu
<i>RC travaux ouvrages de surface</i>	0 k€	0 k€
<i>RC travaux ouvrages souterrains</i>	0 k€	0 k€
Total (minimum)	0 k€	0 k€

Tableau 4 - Synthèse RC pour les travaux de construction

3.5 Assurances décennales

La loi Spinetta du 4 janvier 1978 a institué un système d'assurance à double détente :

- Une assurance de responsabilité civile décennale (RCD) obligatoire pour les constructeurs qui effectuent les travaux et les constructeurs non réalisateurs (promoteurs, maîtres d'ouvrages projetant de revendre l'ouvrage) ;
- Une assurance Dommages-ouvrage (DO) obligatoire dans certaines conditions pour le Maître d'ouvrage. Cette assurance intervient en préfinancement des réparations, l'assureur exerçant ensuite un recours contre les assureurs en RCD.

De par son statut, l'Andra n'est pas soumise à l'obligation de souscrire une assurance DO quand elle construit pour son compte dans la mesure où il ne s'agit pas de bâtiments à usage d'habitation.

Les assurances RCD et DO garantissent pendant une durée de 10 ans suivant la réception de l'ouvrage :

- Les désordres de nature à compromettre la solidité de l'ouvrage ou à le rendre impropre à sa destination ;
- Les défauts affectant des éléments d'équipement faisant indissociablement corps avec les ouvrages de viabilité, de fondation, d'ossature, de clos ou de couvert.

L'assurance DO est complétée par le Maître d'ouvrage par un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD) lorsque le coût des travaux dépasse 15.000.000 €. Cette assurance CCRD intervient en deuxième ligne « excess » des assurances RCD souscrites par les constructeurs. Elle est plafonnée au coût de l'ouvrage.

Depuis 2005, sont exclus de l'obligation d'assurance décennale les ouvrages suivants :

Ouvrages maritimes, lacustres, fluviaux, d'infrastructures routières, portuaires, aéroportuaires, héliportuaires, ferroviaires, ouvrages de traitement de résidus urbains, de déchets industriels et d'effluents, ainsi que les éléments d'équipement de l'un ou l'autre de ces ouvrages, voiries, ouvrages piétonniers, parcs de stationnement, réseaux divers, canalisations, lignes ou câbles et leurs supports, ouvrages de transport, de production, de stockage et de distribution d'énergie, ouvrages de stockage et de traitement de solides en vrac, de fluides et liquides, ouvrages de télécommunications, ouvrages sportifs non couverts, ainsi que leurs éléments d'équipement.

Même s'il n'y a pas d'obligation d'assurance pour ces ouvrages, la responsabilité décennale des constructeurs demeure.

Pour ces ouvrages, l'assurance est donc facultative et il est très difficile pour les constructeurs d'obtenir des garanties larges et le montant est plafonné actuellement à 50.000.000 €.

Pour l'application des taux et plafonds de garanties applicables aux assurances décennales, il faut faire la distinction entre les ouvrages soumis ou non à l'obligation d'assurance.

3.5.1 Programmes d'assurance

- **Programme d'assurance optimum** :

- ✓ **Taux :**

- **Décennale obligatoire (DO et CCRD)** : 1,20 % TTC avec option étanchéité (1,09 % pour la garantie solidité seule).
- **Décennale non obligatoire hors bâtiment nucléaire** : 1,20 % TTC avec option étanchéité (1,09 % pour la garantie solidité seule).
- **Décennale non obligatoire bâtiment nucléaire** : 1,63 % TTC avec option étanchéité (1,31% pour la garantie solidité seule).

- ✓ **Plafond de garantie :**

- **Décennale obligatoire (DO et CCRD)** : à hauteur du coût des travaux de réparation de l'ouvrage (avec options garantie de bon fonctionnement et garantie des dommages immatériels).
- **Décennale non obligatoire pour les ouvrages conventionnels ou nucléaires** : 50.000.000 € par sinistre épuisables sur la durée de la garantie.

- **Programme d'assurance minimum** :

- ✓ **Taux Décennale obligatoire (DO et CCRD)** : 1 % TTC.

- ✓ **Plafond de garantie Décennale obligatoire** : à hauteur du coût des travaux de réparation de l'ouvrage pour l'assurance DO (sans options garantie de bon fonctionnement et garantie des dommages immatériels) et plafond de 150.000.000 € pour l'assurance CCRD.

- ✓ **Assurance Décennale non obligatoire pour les ouvrages conventionnels ou nucléaires** : non souscrite.

3.5.2 Synthèse chiffrée

La liste des bâtiments concernés par les assurances décennales est donnée en annexe.

Ouvrages SS2, SS3 et SS4 concernés (y/c MOe)		
	T1	Tu
<i>Obligatoire (DO et CCRD)</i>	117 435 k€	0 k€
<i>Non obligatoire hors bât. nucléaire</i>	8 737 k€	0 k€
<i>Non obligatoire bâtiment nucléaire</i>	476 175 k€	393 878 k€
Total M&T + MOe	602 348 k€	393 878 k€

Programme d'assurance optimum		
	T1	Tu
<i>Obligatoire (DO et CCRD)</i>	1 280 k€	0 k€
<i>Non obligatoire hors bât. nucléaire</i>	105 k€	0 k€
<i>Non obligatoire bâtiment nucléaire</i>	7 762 k€	6 420 k€
Total (optimum)	9 147 k€	6 420 k€

Programme d'assurance minimum		
	T1	Tu
<i>Obligatoire (DO et CCRD)</i>	1 174 k€	0 k€
<i>Non obligatoire hors bât. nucléaire</i>	0 k€	0 k€
<i>Non obligatoire bâtiment nucléaire</i>	0 k€	0 k€
Total (minimum)	1 174 k€	0 k€

Tableau 5 - Synthèse Assurances décennales pour les travaux de construction

4. Période d'exploitation (à partir de 2029)

4.1 Multirisques Dommages (Bâtiments de surface et installations souterraines)

Cette assurance garantit les dommages matériels causés aux biens immobiliers et mobiliers d'origine soudaine et accidentelle ainsi que les frais consécutifs à ces dommages et les responsabilités consécutives (recours des voisins et tiers,...).

Cette assurance peut être complétée d'une garantie Pertes d'exploitation tant pour les installations de surface que les installations souterraines afin de couvrir a minima les frais fixes (salaires du personnel Andra et coûts de suspension des contrats de ses prestataires) qui devraient être supportés par l'Andra en cas d'arrêt de l'exploitation imputable à un dommage garanti au titre la police d'assurance Multirisques Dommages, et ce dans la limite de 24 mois. Cette possibilité n'est pas retenue pour l'heure partant du principe que les contrats conclus avec les producteurs devront garantir l'Andra de la couverture des coûts fixes. Si cette garantie complémentaire était souscrite, elle bénéficierait aux producteurs auxquels l'Andra reverserait les sommes reçues des assureurs. A titre indicatif, les taux Pertes d'exploitation pourraient être de l'ordre de 2,014 % TTC pour les installations de surface et 1,151 % TTC pour les installations souterraines.

4.1.1 Programmes d'assurance

- **Programme d'assurance optimum** :
 - ✓ Taux annuel :
 - 1,295 % TTC pour les installations de surface,
 - 2,014 % TTC pour les installations souterraines.
 - ✓ Plafond de garantie : 500.000.000 €/sinistre et année d'assurance.
 - ✓ Franchise : 150.000 €/sinistre et 10.000 €/sinistre pour les locaux tertiaires.
- **Programme d'assurance minimum** :
 - ✓ Taux annuel :
 - 1 % TTC pour les installations de surface,
 - 1,727 % TTC pour les installations souterraines.
 - ✓ Plafond de garantie : 200.000.000 €/sinistre et année d'assurance.
 - ✓ Franchise : 500.000 €/sinistre.

4.1.2 Synthèse chiffrée

- A dire d'expert :
 - ✓ Tous les ouvrages de surface sont concernés (SS1, SS2, SS3 et SS5).
 - ✓ Pour les ouvrages souterrains :
 - Les coûts de creusement/revêtement ne sont pas pris en compte (SS4) ;
 - Les coûts de process sont retenus à hauteur de 35% sauf pour le SS8 qui reste à 100% (SS1 et SS8).

Montants ouvrages de surface		
	T1	Tu
<i>Communs et transv. (conv.)</i>	46 806 k€	233 962 k€
<i>Zone puits (conv.)</i>	291 590 k€	174 461 k€
<i>Zone descenderie (conv.)</i>	396 333 k€	2 076 k€
<i>Zone descenderie (nuc.)</i>	985 712 k€	776 637 k€
<i>Process colis surface (nuc.)</i>	21 273 k€	5 036 k€
Total M&T (yc frais transverses)	1 741 715 k€	1 192 172 k€

MOe ouvrages de surface		
	T1	Tu
<i>MOe de réalisation</i>	244 843 k€	180 562 k€
Total MOe	244 843 k€	180 562 k€

Construction ouvrages souterrains		
	T1	Tu
<i>Descenderie</i>	155 689 k€	0 k€
<i>Puits équipés</i>	82 525 k€	8 044 k€
<i>Zone de Soutien Logistique</i>	66 759 k€	0 k€
<i>Ouvrages MAVL</i>	198 818 k€	646 759 k€
<i>Ouvrages HA</i>	40 992 k€	1 029 584 k€
<i>Process MAVL (35%)</i>	33 600 k€	257 532 k€
<i>Process HA (35%)</i>	8 524 k€	99 295 k€
<i>Process colis surface-fond</i>	47 659 k€	0 k€
Total M&T (yc frais transverses)	634 565 k€	2 041 214 k€

MOe ouvrages souterrains		
	T1	Tu
<i>MOe de réalisation</i>	71 853 k€	177 570 k€
Total MOe	71 853 k€	177 570 k€

Programme d'assurance optimum			
	2029-2099	2052-2099 (bloc 3 EP1)	2100-2144
<i>Date de début</i>	2029	2052	2100
<i>Date de fin</i>	2099	2099	2144
<i>Nombre d'années</i>	71	48	45
<i>Multirisques Dommages (surface)</i>	182 654 k€	4 604 k€	75 680 k€
<i>Multirisques Dommages (souterrain)</i>	101 013 k€	SO	201 088 k€
Total (optimum)	283 667 k€	4 604 k€	276 768 k€

Programme d'assurance minimum			
	2029-2099	2052-2099 (bloc 3 EP1)	2100-2156
<i>Date de début</i>	2029	2052	2100
<i>Date de fin</i>	2099	2099	2144
<i>Nombre d'années</i>	71	48	45
<i>Multirisques Dommages (surface)</i>	141 046 k€	3 555 k€	58 440 k€
<i>Multirisques Dommages (souterrain)</i>	86 619 k€	SO	172 433 k€
Total (minimum)	227 664 k€	3 555 k€	230 873 k€

Tableau 6 - Synthèse Multirisques Dommages

4.2 TRC travaux de construction d'ouvrages souterrains en cours d'exploitation de Cigéo

Objet des garanties identique au point 3.2 avec possibilité également de souscrire une assurance PEA (non retenue ici).

4.2.1 Programmes d'assurance

- **Programme d'assurance optimum** :
 - ✓ Taux : 2,158 % TTC.
 - ✓ Plafond de garanties : 100.000.000 € pour la durée du chantier.
 - ✓ Franchise : 250.000 €/sinistre.
- **Programme d'assurance minimum** :
 - ✓ Taux : 1,727 % TTC.
 - ✓ Plafond de garanties : 30.000.000 € pour la durée du chantier.
 - ✓ Franchise : .1.000.000 €/sinistre.

4.2.2 Synthèse chiffrée

Les montants de travaux et les taux de MOe sont issus des notes de chiffrage relatives :

- Aux installations souterraines (SS4) ;
- Au process nucléaire pour les parties process MAVL et HA (SS1) ;
- Au funiculaire (SS8) ;
- Aux coûts de MOe.

Construction ouvrages souterrains en cours d'exploitation		
	T1	Tu
<i>Descenderie</i>	SO	0 k€
<i>Puits équipés</i>	SO	8 044 k€
<i>Zone de Soutien Logistique</i>	SO	0 k€
<i>Ouvrages MAVL</i>	SO	1 829 696 k€
<i>Ouvrages HA</i>	SO	4 106 412 k€
<i>Process MAVL</i>	SO	735 805 k€
<i>Process HA</i>	SO	283 701 k€
<i>Process colis surface-fond</i>	SO	0 k€
Total M&T (yc frais transverses)	SO	6 963 657 k€

MOe ouvrages souterrains		
	T1	Tu
<i>MOe de réalisation</i>	SO	597 873 k€
Total MOe	SO	597 873 k€

Programme d'assurance optimum		
	T1	Tu
<i>TRC trvx en cours d'exploitation</i>	SO	163 178 k€
Total (optimum)	SO	163 178 k€

Programme d'assurance minimum		
	T1	Tu
<i>TRC trvx en cours d'exploitation</i>	SO	130 588 k€
Total (minimum)	SO	130 588 k€

Tableau 7 – Synthèse TRC travaux de construction des ouvrages souterrains en cours d'exploitation

4.3 Assurance de Responsabilité civile nucléaire (RCN)

4.3.1 Programmes d'assurance

En qualité d'exploitant nucléaire de Cigéo, l'Andra aura l'obligation de disposer d'une garantie financière dans le cadre de la réglementation applicable en matière de responsabilité civile nucléaire (Convention de

Paris du 16 juillet 1960 et code de l'environnement) et ce, jusqu'à la fin de la phase de déclassement de l'installation nucléaire. Celle-ci peut être fournie par le biais d'une assurance RCN. Le montant de la garantie est fonction de la catégorie de l'installation nucléaire. La prime actuellement réglée par l'Andra pour ses installations s'élève à environ 70.000 €/an.

Avec l'entrée en vigueur du protocole de 2004 portant modification de la Convention de Paris, les montants de la garantie financière obligatoire seront portés à 700 M€ pour les installations « classiques » et 70 M€ pour les installations à risque réduit. Les dommages garantis ainsi que la période d'indemnisation seront également élargis. Des discussions sur le sujet sont encore en cours entre l'Etat et les assureurs.

Dans l'attente de ces éléments, il est proposé de retenir pour le chiffrage l'estimation qui avait été réalisée dans le cadre du chiffrage 2003-2005 (prime annuelle hors taxes de 170 k€/an).

4.3.2 Synthèse chiffrée

Assurance de Responsabilité Civile Nucléaire (RCN)		
	2029-2099	2100-2156
<i>Date de début</i>	2029	2100
<i>Date de fin</i>	2099	2156
<i>Nombre d'années</i>	71	57
Total	12 070 k€	9 690 k€

Tableau 8 - Synthèse RCN

5. Tableau de synthèse

	Aménagt prélim.	T1	Tu	Exploitation 2029-2099	Exploitation 2100-2144 (RCN 2156)
M&T + MOe (pour rappel)	112 873 k€	4 059 782 k€	8 934 264 k€		
<i>Tous Risques Chantier (TRC)</i>	402 k€	44 792 k€	173 199 k€		
<i>Responsabilité Civile (RC)</i>	31 k€	880 k€	1 610 k€		
<i>Bris de machine (tunneliers)</i>					
<i>Décennales</i>		9 147 k€	6 420 k€		
<i>Exploitation - Multi-risques dommages</i>				288 272 k€	276 768 k€
<i>Responsabilité Civile Nucléaire (RCN)</i>				12 070 k€	9 690 k€
Total assurances (optimum)	433 k€	54 819 k€	181 229 k€	300 342 k€	286 458 k€
TOTAL ASSURANCES (prg. optimum)	823 280 k€				
<i>Tous Risques Chantier (TRC)</i>	0 k€	38 084 k€	138 495 k€		
<i>Responsabilité Civile (RC)</i>	0 k€	0 k€	0 k€		
<i>Bris de machine (tunneliers)</i>					
<i>Décennales</i>		1 174 k€	0 k€		
<i>Exploitation - Multi-risques dommages</i>				231 220 k€	230 873 k€
<i>Responsabilité Civile Nucléaire (RCN)</i>				12 070 k€	9 690 k€
Total assurances (minimum)	0 k€	39 258 k€	138 495 k€	243 290 k€	240 563 k€
TOTAL ASSURANCES (prg. minimum)	661 605 k€				

Tableau 9 - Synthèse globale

ANNEXE 1 : Liste des bâtiments retenus pour les assurances décennales en phase de construction (tranche 1)

Ouvrage	Fonction / localisation	SS	Zone	Assiette DO/ CNR	Assiette RCD GC HORS BAT NUC	Assiette RCD GC BAT NUC
Aire de lavage véhicule	Travaux	SS3	Zone puits		X	
Ateliers de maintenance et magasin associés à l'exploitation nucléaire (LSF+Installations souterraines)	Exploitation	SS3	Zone puits	X		
Ateliers et magasin froid/Entreposage pièces de rechange/Maintenance équipements (SS2)	Exploitation	SS3	Zone descenderies	X		
Ateliers de maintenance et magasins associés aux domaines des services conventionnels de surface	Exploitation	SS3	Zone descenderies	X		
Ateliers de maintenance et magasins associés aux domaines des services conventionnels de surface	Exploitation	SS3	Zone puits	X		
Bâtiment d'accueil du grand public : Espace d'information (Inclus 005 - 011)	Accueil	SS3	Descenderie	X		
Bâtiment de traitement des verses pour remblais (vrac & pellets)	Travaux	SS4	Zone puits	X		
Bureaux - Administration	Administratif	SS3	Zone descenderies	X		
Poste de garde principal ZAC Descenderie	Sécurité	SS3	Zone descenderies	X		
Poste de garde principal accès ZEXP-ZPTV	Sécurité	SS3	Zone puits	X		
Poste de secours ZAC Descenderie	Sécurité	SS3	Zone descenderies	X		
Poste de garde secours ZEXP	Exploitation	SS3	Zone descenderies	X		
Poste de garde travaux	Travaux	SS3	Zone puits	X		
Centre de formation - Travaux et constructions	Travaux	SS3	Zone puits	X		
Centre médical - Exploitant	Exploitation	SS3	Zone descenderies	X		
Centre médical - Travaux et constructions	Travaux	SS3	Zone puits	X		
Chenil	Sécurité	SS3	Zone descenderies	X		
Poste de Garde ZAC renforcée ZREP1	Sécurité	SS3	Zone descenderies			
Descenderie de services	Sécurité	SS4	Zone descenderies			
Bâtiment de suivi scientifique	Travaux	SS3	Zone puits	X		
Local pomperie	Sécurité	SS3	Zone descenderies	X		
Local pomperie	Sécurité	SS3	Zone puits	X		
Bâtiment de transit - Entreposage et contrôle déchets exploitation (SS2)	Exploitation	SS3	Zone descenderies		X	

Ouvrage	Fonction / localisation	SS	Zone	Assiette DO/ CNR	Assiette RCD GC HORS BAT NUC	Assiette RCD GC BAT NUC
Bâtiment de transit - Equipements entrants/sortants (SS2)	Exploitation	SS3	Zone descenderies		X	
Plateforme d'atterrissage d'hélicoptères	Sécurité	SS3	Zone descenderies		X	
Poste de garde Zac renforcée accès convois ferroviaires	Sécurité	SS3	Zone descenderies			
Restaurant - Exploitant	Exploitation	SS3	Zone descenderies	X		
Restaurant - Exploitant	Exploitation	SS3	Zone puits	X		
Station météo	Exploitation	SS3	Zone descenderies	X		
Poste de garde renforcé	Sécurité	SS3	Zone Descenderie	X		
Stockage tampon des verses (extraction / remblais)	Travaux	SS4	Zone puits	X		
Zone d'entreposage matériaux de travaux	Travaux	SS4	Zone puits			
Zone d'entreposage matériel de travaux	Travaux	SS4	Zone puits	X		
Blanchisserie	Exploitation	SS3	Zone descenderies	X		
Plate-forme travaux et test - CFI CC	Exploitation	SS3	Zone puits			
Bureau d'Accueil et d'Identification	Sécurité	SS3	Zone descenderies	X		
Bureau d'Accueil et d'Identification	Sécurité	SS3	Zone puits	X		
Dépôt explosifs - détonateurs	Travaux	SS4	Zone puits	X		
Emergences SS4 - Personnel exploitation - air frais exploitation - Ventilation	Nucléaire	SS4	Zone puits	X		
Emergences SS4 - Personnel Travaux - air frais travaux - secours toutes zones - Ventilation	Travaux	SS4	Zone puits	X		
Emergences SS4 - Puits travaux - matériels - matériaux entrants / sortants - chevalement de puit	Travaux	SS4	Zone puits	X		
Emergences SS4 - Puits ventilation Air vicié Travaux - tête de puit	Travaux	SS4	Zone puits	X		
Réception et déchargement des convois		SS2 EP1	Zone descenderies			X
Tampon emballages de transport		SS2 EP1	Zone descenderies			X
Réception, préparation et déchargement des emballages		SS2 EP1	Zone descenderies			X
Contrôle C5 et tampon CP		SS2 EP1	Zone descenderies			X
Tampon conteneurs de stockage MAVL		SS2 EP1	Zone descenderies			X
Filière déchets		SS2 EP1	Zone descenderies			X
Tampon conteneurs de stockage HA		SS2 EP1	Zone descenderies			X
Conditionnement des CP HA en CS		SS2 EP1	Zone descenderies			X

Ouvrage	Fonction / localisation	SS	Zone	Assiette DO/ CNR	Assiette RCD GC HORS BAT NUC	Assiette RCD GC BAT NUC
Conditionnement des CP MAVL en CS		SS2 EP1	Zone descenderies			X
Contrôles de 2nd niveau		SS2 EP1	Zone descenderies			X
Contrôle et tampon CS		SS2 EP1	Zone descenderies			X
Tampon hottes HA & MAVL		SS2 EP1	Zone descenderies			X
Divers (utilités, maintenance, issues,...)		SS2 EP1	Zone descenderies			X
Zones verses : stockage du marin	Verse	SS3	Zone puits			
Bâtiment de production des utilités		SS5	Zone descenderies	X		
Bâtiment de production des utilités		SS5	Zone puits	X		
Bâtiment de tri des déchets conventionnels		SS5	Zone descenderies		X	
Bâtiment de tri des déchets conventionnels		SS5	Zone puits		X	
Bâtiment Service Sécurité (FLS)		SS5	Zone descenderies	X		
Plateforme fluides et utilités		SS5	Zone descenderies		X	
Plateforme fluides et utilités		SS5	Zone puits		X	
Poste de transformation (90 à 20 kV)		SS5	Zone descenderies	X		
Poste de transformation (90 à 20 kV)		SS5	Zone puits	X		
Groupe électrogène / Poste distribution Secours		SS5	Zone descenderies	X		
Groupe électrogène / Poste distribution Secours		SS5	Zone puits	X		
Station-service FOD		SS5	Zone descenderies	X		
Station-service FOD		SS5	Zone puits	X		
Station-Service Gasoil		SS5	Zone descenderies	X		
Station-Service Gasoil		SS5	Zone puits	X		
Pomperie eau recyclée		SS5	Zone descenderies	X		
Pomperie eau recyclée		SS5	Zone descenderies	X		
Pomperie eau recyclée		SS5	Zone puits	X		
Pomperie eau recyclée		SS5	Zone puits	X		
Poste distribution principale 20KV		SS5	Zone descenderies	X		
Poste distribution principale 20KV		SS5	Zone puits	X		

Tableau 10 - Listes des bâtiments T1 pour les assurances décennales

ANNEXE 2 : Liste des bâtiments retenus pour les assurances décennales en phase de construction (tranches ultérieures)

Ouvrage	Fonction / localisation	SS	Zone	Assiette DO/ CNR	Assiette RCD GC HORS BAT NUC	Assiette RCD GC BAT NUC
Réception et déchargement des convois		SS2 EP2	Zone descenderies			X
Tampon emballages de transport		SS2 EP2	Zone descenderies			X
Réception, préparation et déchargement des emballages		SS2 EP2	Zone descenderies			X
Contrôle C5 et tampon CP		SS2 EP2	Zone descenderies			X
Tampon conteneurs de stockage MAVL		SS2 EP2	Zone descenderies			X
Tampon conteneurs de stockage HA		SS2 EP2	Zone descenderies			X
Conditionnement des CP MAVL en CS		SS2 EP2	Zone descenderies			X
Conditionnement des CP HA en CS		SS2 EP2	Zone descenderies			X
Contrôles de 2nd niveau		SS2 EP2	Zone descenderies			X
Contrôle et tampon CS		SS2 EP2	Zone descenderies			X
Tampon hottes HA & MAVL	0	SS2 EP2	Zone descenderies			X
Centre de formation - exploitant - cellules blindées	Exploitation	SS3	Zone descenderies			X

Tableau 11 - Listes des bâtiments Tu pour les assurances décennales

CHIFFRAGE CIGÉO EN PHASE ESQUISSE

Fiscalité

Identification

CG.TE.F.NTE.AMOA.EEE.0000.14.0038/B

Octobre 2014

Pages : **14**

SOMMAIRE

1. Contexte	4
2. Méthodologie d'évaluation	5
2.1 Composantes de la fiscalité applicable à Cigeo	5
2.2 Fiscalité directe locale	5
2.2.1 Taxe additionnelle à la taxe sur les INB dite 'de stockage' (TS)	5
2.2.2 Taxes assises sur les valeurs foncières (Taxe foncière et CFE)	6
2.2.3 Cotisation sur la valeur ajoutée (CVAE)	8
2.3 Fiscalité nationale	9
2.3.1 Plafonnement de la CET en fonction de la Valeur Ajoutée (PVA)	9
2.3.2 Taxe sur les installations nucléaires de base (INB)	9
2.3.3 Contribution IRSN	10
Annexes : chiffrage préliminaire de la fiscalité Cigeo	11

1. Contexte

La présente note vise à décrire les composantes de fiscalité applicables à Cigéo et la méthodologie pour le chiffrage du poste impôts et taxes, en rappelant le mécanisme d'imposition et les hypothèses retenues en données d'entrée.

Les coûts de fiscalité sont décomposés de manière à évaluer le coût de la tranche 1 (jusqu'en 2034) et des tranches ultérieures (2035-2144). Les coûts de fiscalité post-fermeture du centre ne sont pas évalués à ce stade.

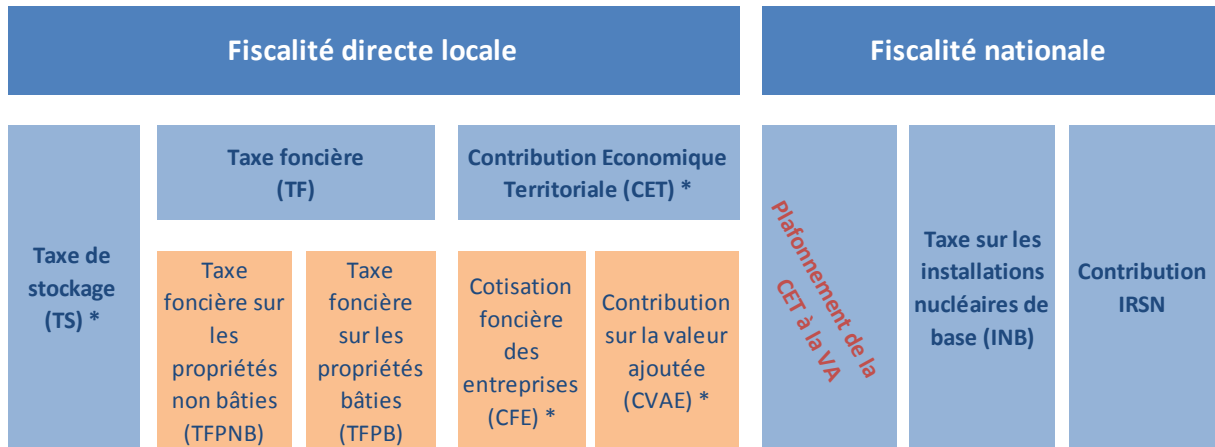
Ce chiffrage préliminaire reste une évaluation au stade d'esquisse du projet, sans préjudice des évolutions du projet (notamment sur les assiettes de coût et les échéanciers d'investissement utilisés) et de la fiscalité. Les assiettes utilisées incluent les coûts de maîtrise d'œuvre et d'ouvrage mais pas les risques, opportunités et aléas.

En complément des règles applicables à ce jour concernant la fiscalité directe locale dont la base d'imposition est calculée à partir du prix de revient des biens fonciers, et conformément aux indications données par la DGEC concernant les hypothèses à retenir, le présent chiffrage prend pour hypothèse que toutes les installations souterraines du centre sont exonérées de taxe foncière et de cotisation foncière des entreprises (CFE).

2. Méthodologie d'évaluation

2.1 Composantes de la fiscalité applicable à Cigeo

Les installations de Cigéo sont soumises aux impôts et taxes suivantes :



(*) En remplacement de la taxe professionnelle

A noter la non prise en compte de l'imposition forfaitaire sur les entreprises de réseaux (IFER) instaurée lors de la réforme de la taxe professionnelle par l'article 1519 G du Code Général des Impôts (imposition due par le propriétaire des transformateurs).

2.2 Fiscalité directe locale

Fiscalité dont les collectivités sont bénéficiaires, avec une répartition entre commune, département et région différente selon les taxes.

2.2.1 Taxe additionnelle à la taxe sur les INB dite 'de stockage' (TS)

Référence fiscale

Taxe additionnelle définie par l'article 43 modifié de la loi n° 99-1172 du 30 décembre 1999 de finances pour 2000, instaurée lors de la réforme de la taxe professionnelle.

Mécanisme d'imposition

« Le montant de cette taxe additionnelle est déterminé, selon chaque catégorie d'installation destinée au stockage définitif de substances radioactives, par application d'un coefficient multiplicateur à une somme forfaitaire.

- ✓ La somme forfaitaire est calculée comme le produit de la capacité du stockage par une imposition au mètre cube, fixée à 2,2 euros / m³.
- ✓ Les coefficients sont fixés par décret en Conseil d'Etat après avis des collectivités territoriales concernées, dans les limites définies selon les caractéristiques des déchets stockés et à stocker, en particulier leur activité et leur durée de vie ».

La taxe additionnelle de stockage est due à compter de l'autorisation de création jusqu'à la fin de l'exploitation des installations concernées.

Assiette de calcul

Hypothèse de capacité de stockage exprimée en volume de déchets primaires, avant conditionnement définitif.

Hypothèse du coefficient multiplicateur :

La simulation sera faite selon un coefficient de 5, correspondant au bas de la fourchette définie par la loi.

Fait générateur du début de l'imposition

Autorisation de création : 2020

Fait générateur de la fin de l'imposition

Fin d'exploitation : 2144

2.2.2 Taxes assises sur les valeurs foncières (Taxe foncière et CFE)*Référence fiscale*

Taxe foncière sur les propriétés bâties prévue (TFPB) aux articles 1380-1381 du code général des impôts ;
Taxe foncière sur les propriétés non bâties (TFPNB) prévue à l'article 1393 du code général des impôts ;
Cotisation foncière des entreprises prévue (CFE) à l'article 1447 de la loi de finances.

Mécanisme d'imposition

La méthode d'évaluation applicable à Cigéo est la méthode comptable (article 1499 du CGI).

La méthode comptable est appliquée sur le prix de revient (PR) de l'ensemble des installations situées dans le périmètre du site (y compris les locaux à usage de bureaux, cantine, garage, bâtiments d'accueil) considérés comme concourant à la même exploitation industrielle.

Seule la TFPB est estimée à ce stade, la TFPNB n'étant pas significative.

Formule appliquée pour la TFPB :

$$\underbrace{[(\text{PR foncier bâti} * 8 \% * 50 \%) * 36 \%]}_{\text{Valeur locative foncière}} * \underbrace{1,03}_{\text{Taux} * \text{Frais de gestion}} \quad \left[\text{Soit } \sim 1,45 \% \text{ du prix de revient du foncier bâti} \right]$$

(*) : Moyenne taux appliqués en 2013 pour Bure, Saudron, Montiers :

Taux départemental : 24 %

Taux communal : 7 %

Taux inter-communal : 4 %

Formule appliquée pour la CFE :

$$\begin{aligned} & \underbrace{[(\text{PR foncier bâti} * 8 \% * 70 \%) * 17 \%]}_{\text{Valeur locative foncière}} * \underbrace{1,03}_{\text{Taux} * \text{Frais de gestion}} \\ & + \underbrace{[(\text{PR foncier bâti} * 8 \% * 70 \%) * 2 \%]}_{\text{Valeur locative foncière}} * \underbrace{1,09}_{\text{Taux} ** \text{Frais de gestion}} \quad \left[\text{Soit } \sim 1,10 \% \text{ du prix de revient du foncier bâti} \right] \end{aligned}$$

(*) : Moyenne taux appliqués en 2013 pour Bure, Saudron, Montiers, Houdelaincourt :

Taux communal : 4 %

Taux inter-communal : 13 %

(**) : Moyenne taux appliqués par les chambres de commerce en 2013 en Meuse et dans l'Aube

L'évaluation des impôts en valeur actuelle n'est ici réalisée dans ce document qu'à titre indicatif (l'hypothèse d'actualisation est de la responsabilité des producteurs). Les formules de calcul de la valeur actuelle retenues ici prennent en compte une inflation de 1,9 % (hypothèse correspondant au taux d'inflation retenu par les producteurs pour leurs provisions).

Assiette de calcul :

Installations de surface (bâtiments en surface pour la réception, le contrôle, le colisage, les opérations préalables au stockage des déchets, bâtiments en surface accueillant le personnel d'exploitation et le personnel support, le terminal ferroviaire, têtes de puits) :

Les installations de surface du centre Cigéo ainsi que les aménagements y faisant corps sont imposables à la TFPB et CFE compte tenu de leurs caractéristiques (caractère de véritables constructions fixées à perpétuelle demeure).

Néanmoins, sont exonérés en application des dispositions du 11 ° de l'article 1382 du CGI, les outillages proprement dits ou les biens d'équipement spécialisés ». En conséquence, les aménagements incorporés à une construction sont imposables à la taxe foncière et CFE s'ils constituent un accessoire immobilier ne servant pas spécifiquement à l'exercice de l'activité professionnelle.

Lot	Imposable à TF - CFE <i>(Construction, aménagements et agencements)</i>	Non imposable à TF-CFE <i>(outillages et biens d'équipements spécialisés)</i>
Gros oeuvre	X	
Second oeuvre	Vitrerie, fermeture (porte et fenêtres), serrurerie, carrelage....	
Electricité	Compteur, fils, prises, interrupteurs, appareils d'éclairage, poste transformateur de courant...	Installation électrique à usage spécifiquement industriel
VRD	Réseaux, terrassements, verses...	
Tuyauterie	Installation sanitaire, plomberie	
Conduite	Installation téléphonique : câbles	Standards et poste d'appel téléphonique
Ventilation	Equipements de ventilation, d'isolation phonique et thermique, climatisation...	Appareils sauf la partie gros oeuvre et le revêtement...
Mécanique	Appareils élévateurs destinés aux personnes (ascenseurs, escalators)	Matériel de manutention, de levage : ponts roulants, tapis roulants, courroies transporteuses, monte-charge, treuils, palans électriques...
Matériels d'exploitation		Fours industriels, grosse machinerie, ...

Installations de chantiers provisoires :

Sont imposables à la TFPB et la CFE les installations de chantier provisoires ayant les caractéristiques de constructions fixées au sol à perpétuelle demeure - tel est le cas si la construction repose sur des fondations ou une assise en maçonnerie ou en ciment - et présentant le caractère de véritables bâtiments, peu importe qu'elles aient vocation à être démolies dans le futur.

Terrains :

Sont également imposables à la TFPB tous les terrains, en application de l'article 1381 du CGI.

Installations souterraines (puits hors têtes de puits, descenderie, galeries d'accès, galeries et ouvrages souterrains, alvéoles de stockage) :

L'hypothèse retenue est, conformément aux indications données par la DGEC sur les hypothèses à retenir, la non prise en compte dans l'assiette d'imposition à la TFPB et CFE des installations souterraines du centre CIGEO dans leur ensemble. Cette hypothèse nécessitera une clarification législative via une loi de finances.

Début de l'imposition

Les installations de surface sont imposables dès lors que « l'état d'avancement des travaux de construction est tel qu'il permet une utilisation effective de l'immeuble ». Le critère d'achèvement repose sur l'achèvement des travaux et non sur la conformité de la construction à des prescriptions conditionnant son utilisation.

L'hypothèse retenue est une imposition des installations de surface en 2026 pour EP1 (soit l'année précédant la réalisation des essais d'ensemble) et en 2076 pour EP2.

Fin de l'imposition

Les installations de surface cessent d'être imposables dès le début de leur démantèlement :

- ✓ EP1 : 2100 (Pm : durée du démantèlement de la zone MAVL : 2100-2110)
- ✓ EP2 : 2145 (Pm : durée du démantèlement de la zone HAVL : 2145-2155)

2.2.3 Cotisation sur la valeur ajoutée (CVAE)

Référence fiscale

Article 1586 ter du Code Général des Impôts

Mécanisme d'imposition

La CVAE est égale à une fraction de la valeur ajoutée produite par l'entreprise déterminée selon le niveau du chiffre d'affaires du groupe.

En considérant que le chiffre d'affaires de l'Agence est > à 50 M€/an :

CVAE : [(VA plafonnée à 85% du CA)* 1.50 %]
 Taxe additionnelle : CVAE * 6,3 %
 Frais de gestion : (CVAE + Taxe additionnelle) * 1 %

VA fiscale : Production - consommation en provenance des tiers

Production	Chiffre d'affaires
	Production stockée
	Production immobilisée
Consommation en provenance des tiers	Achats de marchandises, matières premières, charges externes
	Loyers de moins de 6 mois

La méthode de chiffrage doit permettre de distinguer :

- ✓ les achats de sous-traitance
- ✓ les achats de travaux immobilisés
- ✓ la main-d'œuvre

Assiette de calcul :

L'assiette de calcul est calculée uniquement pour Cigeo, considérant que la CVAE et le plafonnement à la VA seront imputés sur Cigeo au prorata de la valeur ajoutée de cette activité.

a) Hypothèse de détermination du chiffre d'affaires :

Le chiffre d'affaires est estimé sur la base des coûts d'exploitation (sous-traitance, main d'œuvre, impôts), hors marge.

Il a été considéré que le préfinancement des investissements communs et spécifiques est neutralisé par un produit constaté d'avance car l'Andra n'a pas rendu le service de stockage correspondant. Le produit constaté d'avance sera repris au rythme des amortissements, lors du stockage des déchets, par un compte de produit (CA ou autres produits).

b) Hypothèse de détermination de la valeur ajoutée fiscale :

La VA est calculée à partir des données du dossier technique de chiffrage de Cigéo (juillet 2014), selon les tranches d'exploitation définies au §2 des hypothèses économiques et calendaires (CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-0000-14-0059) et rapportée annuellement sur les durées des périodes considérées.

2.3 Fiscalité nationale

2.3.1 Plafonnement de la CET en fonction de la Valeur Ajoutée (PVA)

Référence fiscale

Conformément à l'article 1647 B sexies du Code Général des Impôts, la contribution économique territoriale est plafonnée à 3 % de la valeur ajoutée produite.

Le montant du PVA fait l'objet d'une demande de dégrèvement à l'initiative de l'Agence, et est remboursé à l'Andra après acceptation par la Direction Générale des Entreprises. Ce dégrèvement est sans impact sur les ressources des collectivités locales qui ont été payées par l'Andra. C'est une dépense pour l'Etat au niveau national.

Mécanisme d'imposition

[CFE hors frais des chambres de commerce + CVAE hors taxe additionnelle] - [VA * 3 %]



[PR du foncier bâti * 0,98 % + CVAE * 1,515 %] - [VA * 3 %]

La valeur ajoutée est la même que celle calculée pour la CVAE.

Assiette de calcul

L'assiette à retenir est la même que celle retenue pour le calcul de la CVAE (Cf 2.2.3).

2.3.2 Taxe sur les installations nucléaires de base (INB)

Référence fiscale

Article 43 de la loi n°99-1172 du 30 décembre 1999 de finances pour 2000.

Mécanisme d'imposition

« Taxe due par l'exploitant à compter de l'autorisation de création de l'installation et jusqu'à la décision de radiation de la liste des installations nucléaires de base. A compter de l'année civile suivant l'autorisation de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement d'une installation, l'imposition forfaitaire applicable à l'installation concernée est réduite de 50 % ».

Le montant de la taxe par installation est égal au produit d'une imposition forfaitaire par un coefficient multiplicateur. Les coefficients multiplicateurs sont fixés par décret en Conseil d'Etat en fonction du type et de l'importance des installations dans les limites fixées pour chaque catégorie ».

- ✓ Pour 2013, l'imposition forfaitaire est de 2,165 M€
- ✓ Coefficient multiplicateur : 1 pour une capacité de stockage inférieure à 1 Millions de m3

Assiette de calcul

Avec une hypothèse de capacité de stockage inférieur à 1 million de m3 :
Imposition forfaitaire de 2,165 M€ * 1

Fait générateur du début de l'imposition

Autorisation de création : fin 2020

Fait générateur de la fin de l'imposition

Fin d'exploitation : 2144

2.3.3 Contribution IRSN

Référence fiscale

Loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010

Mécanisme d'imposition

« Contribution annuelle au profit de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire due par les exploitants des installations nucléaires de base, à compter de l'autorisation de création de l'installation et jusqu'à la décision de radiation de la liste des installations nucléaires de base.

Le montant de la contribution est déterminé, selon chaque catégorie d'installations, par application d'un coefficient multiplicateur à une somme forfaitaire.

Au cas particulier des installations destinées au stockage définitif des substances radioactives, les coefficients en vigueur sont compris entre 1 et 2 et la somme forfaitaire de 0,1 M€.

Assiette de calcul

La simulation sera faite selon un coefficient de 1, correspondant au bas de la fourchette définie par la loi.

Annexes : chiffrage préliminaire de la fiscalité Cigeo

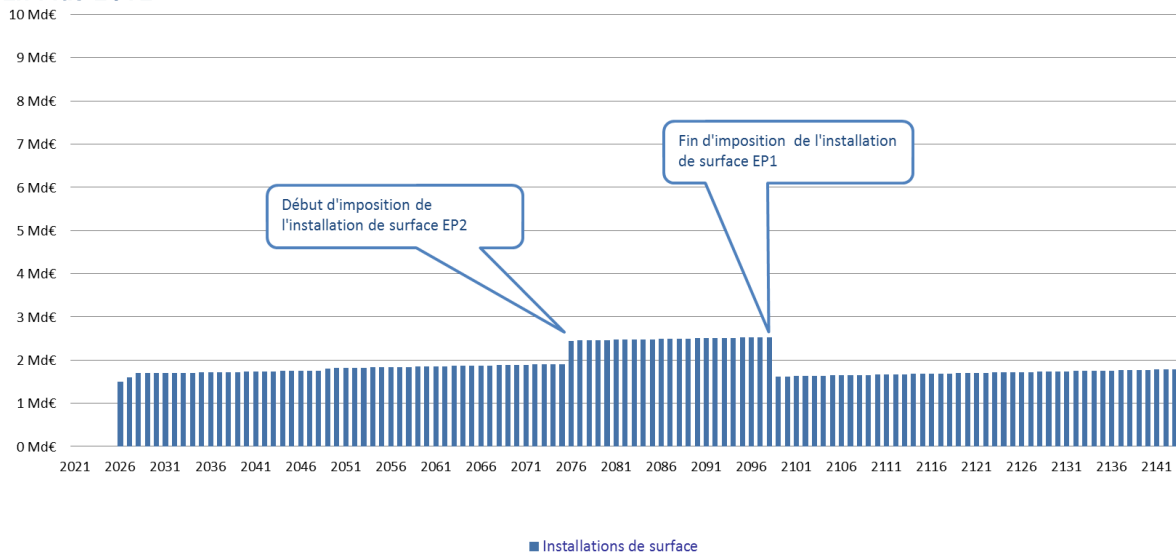
Chronique des investissements cumulés soumis à TF et CFE

Détermination de l'assiette de la valeur ajoutée

Estimation de la fiscalité en valeur brute et actuelle

1 - Chronique de l'assiette des investissements cumulés soumis à TF et CFE

En Mds 2012



2 - Détermination de l'assiette de la valeur ajoutée

Cette assiette est utilisée pour calculer la CVAE ainsi que le dégrèvement de la CET au titre du plafonnement à la VA.

En M€	Total moyenné/an	Total	Exploitation MAVL/HA0	Exploit.MAVL	Exploit.MAVL/ HAVL	HA 1/2 + Fermeture	Début	2020	2040	2079	2100
							Fin	2039	2078	2099	2144
Coûts d'exploitation (yc MOE) hors fiscalité	52	6 530	550	2 083	1 428	2 469					
Coûts d'exploitation internalisés (~MOA)	14	1 696	165	662	364	506					
Fiscalité (avant dégrèvement CVAE et VA)	48	6 060	572	1 957	1 403	2 129					
Production (hors marge)	114	14 286	1 286	4 702	3 195	5 104					
Total Valeur ajoutée par tranche	62	7 757	736	2 619	1 767	2 634					
VA annuelle		62	37	67	84	59					
Ratio Va/Production		54%	57%	56%	55%	52%					

A noter que la détermination de la VA pourrait évoluer principalement en fonction du volume de la production et du poids de la fiscalité. En effet, la sensibilité d'une variation de la répartition sous-traitance / main d'œuvre reste négligeable (une diminution de la sous-traitance de 50% au profit de la main d'œuvre entrainerait une augmentation des coûts de fiscalité de moins de 1% en valeur brute).

Le ratio VA / production du projet Cigeo est d'environ 54%, comparable à celui du centre de l'Aube (moyenne de 59% pour les exercices 2012-2013).

3- Estimation en valeur brute et actuelle

Rappel des hypothèses de calcul de la valeur brute :

Méthode d'évaluation	méthode comptable, sans abatement spécifique
Hypothèse de début d'imposition EP1	2026
Hypothèse de fin d'imposition EP1	2099
Hypothèse de fin d'imposition zone MAVL	2119 (fin de fermeture des galeries de liaison)
Coefficient taxe stockage	5
Coefficient taxe IRSN	1
Capacité de stockage (m ³)	
Déchets HA	10 064
Déchets MA	73 521
<i>Total</i>	<u>83 585</u>

Rappel des hypothèses de calcul de la valeur actualisée :

Hypothèses correspondant aux taux retenus par les producteurs pour leurs provisions de long terme :

- ✓ Taux d'actualisation : 4,8 %
- ✓ Taux d'inflation : 1,9 %

Synthèse des coûts de fiscalité

Bénéficiaire	Total général	Tranche 1		Tranches ultérieures	
		Total	Moyenne annuelle	Total	Moyenne annuelle
M€ 2012	4 111	234	26	3 876	35
COLLECTIVITES	5 902	311	38	5 591	51
Taxe foncière	3 205	160	20	3 045	28
CFE	2 458	129	16	2 329	21
CVAE	125	9	1	116	1
Taxe de stockage	115	14	1	101	1
ETAT	(2 075)	(111)	(14)	(1 964)	(18)
Dégrèvement CET	(2 075)	(111)	(14)	(1 964)	(18)
IRSN-ASN	283	34	2	249	2
Taxe INB	271	32	2	238	2
Taxe IRSN	13	2	0	11	0

La moyenne annuelle tranche 1 est calculée à partir de 2027 soit la première année de paiement de la taxe foncière et de la contribution foncière des entreprises.

CHIFFRAGE CIGÉO EN PHASE ESQUISSE

Tableau de synthèse du chiffrage et échancier

Coût de base

Identification

CG.TE.F.NTE.AMOA.EEE.0000.14.0079/B

Octobre 2014

Pages : 17

SOMMAIRE

1. Objet du document	5
2. Synthèse du chiffrage Cigéo	6
3. Echancier	7

TABLES DES ILLUSTRATIONS

Figures

Figure 1 - Tableau de synthèse du chiffrage Cigéo en coûts bruts (coût de base hors risques et opportunités)	6
Figure 2 - Echancier des dépenses en coûts bruts	16

1. Objet du document

Ce document a pour objet de présenter :

- Le tableau de synthèse du chiffrage de Cigéo en phase esquisse ;
- L'échéancier des dépenses associées en coûts bruts.

Le chiffrage réalisé par l'Andra correspond :

- Aux études d'esquisse du projet Cigéo ;
- A la phase d'optimisation menée au 1^{er} semestre 2014, en prenant en compte les suites données par l'Andra au débat public et les données d'entrée d'inventaire des déchets mises à jour par les producteurs en janvier 2014 ;
- Aux compléments apportés sur la version A, diffusée en juillet 2014.

Les coûts bruts sont présentés aux conditions économiques de janvier 2012 et sont hors TVA.

2. Synthèse du chiffrage Cigéo

Estimation du coût de base Cigéo en phase esquisse (hors risques et opportunités)				
PIGD v.D - Conditions économiques 01/2012 - hors TVA Périmètre : CMHM / Cigéo 2012 - 2156				
Coût global de possession Cigéo				
Investissement Cigéo	Tranche 1 2012-2028	Autres tranches 2029-2144	Fermeture progressive et démantèlement 2039-2156	Jouvence 2044-2139
Matériel et travaux	3 809 M€	8 156 M€	936 M€	3 560 M€
SS1 - Process nucléaire	142 M€	1 025 M€	125 M€	21 M€
Process colis surface et commun	21,3 M€	5,0 M€	2,6 M€	7,6 M€
Process MAVL	96,0 M€	735,8 M€	96,5 M€	11,5 M€
Process HA	24,4 M€	283,7 M€	25,8 M€	2,2 M€
SS2 - Bâtiments de surface nucléaire	986 M€	777 M€	176 M€	775 M€
Zone descenderies - installations nucléaires	985,7 M€	776,6 M€	176,2 M€	775,0 M€
SS3 - Bâtiments de surface conventionnels	181 M€	177 M€	6 M€	250 M€
Zone puits - installations de surface	100,3 M€	174,5 M€	1,6 M€	95,5 M€
Zone descenderies - install. conventionnelles	80,6 M€	2,1 M€	4,1 M€	154,1 M€
SS4 - Liaison surface-Fond	1 694 M€	5 944 M€	520 M€	1 335 M€
Descenderies	501,3 M€	0,0 M€	55,7 M€	259,7 M€
Puits équipés	182,9 M€	8,0 M€	14,8 M€	144,8 M€
Zone de soutien logistique	214,1 M€	0,0 M€	14,3 M€	54,2 M€
Ouvrages MAVL	642,7 M€	1 829,7 M€	151,8 M€	262,2 M€
Ouvrages HA	152,6 M€	4 106,4 M€	283,6 M€	614,3 M€
SS5 - Ensembles transverses	554 M€	234 M€	105 M€	1 138 M€
Transverses	46,8 M€	234,0 M€	78,1 M€	120,2 M€
Zone puits - installations de surface	191,3 M€	0,0 M€	9,6 M€	286,9 M€
Zone descenderies - install. conventionnelles	315,7 M€	0,0 M€	17,0 M€	730,8 M€
SS6 - Utilités externes et aménagements hors site	187 M€	0 M€	0 M€	0 M€
Poste électrique	35,0 M€			
Alimentation eau potable	6,0 M€			
Rejet eau	6,0 M€			
Télécom	1,0 M€			
Gaz	20,0 M€			
Raccordement ferroviaire	49,0 M€			
Réaménagement du réseau ferroviaire existant	30,0 M€			
Réseau routier	40,0 M€			
SS7 - Colis de stockage	18 M€			
Conteneurs de stockage T1 (<2029)	18,2 M€	dans exploitation		
SS8 - Transfert incliné	48 M€	0 M€	4 M€	41 M€
Process colis surface -fond	47,7 M€	0,0 M€	3,7 M€	41,0 M€
Maîtrise d'œuvre (MOe)	688 M€	942 M€	112 M€	423 M€
MOe de conception (MOe-S et MOe-SS)	231,9 M€	163,1 M€	17,3 M€	71,2 M€
MOe de réalisation (MOe-R)	456,4 M€	778,4 M€	94,5 M€	351,7 M€
Maîtrise d'ouvrage (MOA)	594 M€	467 M€	30 M€	125 M€
Maîtrise d'ouvrage de suivi des études et travaux	526,9 M€	244,7 M€	25,9 M€	106,8 M€
AMO Réglementaires (CT, CSPS, SSI, HQE)	dans MOA	40,8 M€	4,3 M€	17,8 M€
Assurances travaux (schéma assurantiel optimum)	55,3 M€	181,2 M€	dans exploitation	dans exploitation
Acquisitions foncières	12,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
Total par projet d'investissement	5 091 M€	9 564 M€	1 078 M€	4 107 M€
Total projets d'investissement	19,8 Md€			
Exploitation Cigéo	MAVL + HA0 2029-2039	MAVL 2040-2078	MAVL + HA1/2 2079-2099	HA1/2 2100-2144
Total par périodes d'exploitation	761 M€	2 910 M€	1 881 M€	3 262 M€
Personnel d'exploitation	350,4 M€	1 408,2 M€	773,8 M€	1 076,4 M€
Frais de fonctionnement	82,0 M€	290,6 M€	156,5 M€	263,3 M€
Energie et fluides	178,6 M€	508,7 M€	273,6 M€	452,5 M€
Pièces de rechange	64,4 M€	236,9 M€	187,4 M€	295,1 M€
Conteneurs de stockage MAVL (>T1)	25,0 M€	244,1 M€	124,8 M€	0,0 M€
Conteneurs de stockage et intercalaires HA (>T1)	13,9 M€	56,3 M€	275,7 M€	887,9 M€
Assurances exploitation (schéma optimum)	46,5 M€	165,0 M€	88,8 M€	286,5 M€
Total Exploitation	8,8 Md€			
Impôts et taxes Cigéo	MAVL + HA0 2018-2039	MAVL 2040-2078	MAVL + HA1/2 2079-2099	HA1/2 2100-2144
Impôts et taxes	391 M€	1 331 M€	943 M€	1 447 M€
Taxe foncière (hors frais de gestion)	283,8 M€	1 037,1 M€	757,0 M€	1 126,7 M€
CFE (hors frais de gestion)	224,1 M€	796,0 M€	579,1 M€	858,5 M€
CVAE (hors frais de gestion)	11,9 M€	42,2 M€	28,5 M€	42,4 M€
Taxe de stockage (fourchette basse)	18,4 M€	35,9 M€	19,3 M€	41,4 M€
Taxe INB	43,3 M€	84,4 M€	45,5 M€	97,4 M€
Taxe IRSN	2,0 M€	3,9 M€	2,1 M€	4,5 M€
Dégrèvement VA	-192,7 M€	-669,0 M€	-488,8 M€	-724,3 M€
Total Impôts et taxes	4,1 Md€			
Coût global de possession Cigéo	32,8 Md€			
Autres dépenses	2012-2018	2019-2024	2025-2034	>2034
Activités sous maîtrise d'ouvrage Andra	681 M€	539 M€	524 M€	
Laboratoire souterrain	220,8 M€	190,3 M€	142,8 M€	non chiffré
Essais technologiques	191,8 M€	162,7 M€	159,0 M€	non chiffré
Simulations / R&D	177,9 M€	134,5 M€	187,8 M€	non chiffré
Observation environnement < 2029	37,8 M€	25,8 M€	17,2 M€	
Communication et insertion territoriale < 2029	32,0 M€	25,8 M€	17,2 M€	dans exploitation
Frais communs et recettes diverses	20,3 M€	non chiffré	non chiffré	non chiffré
Activités sous maîtrise d'ouvrage des Producteurs				
Conditionnement et entreposage des déchets	Producteurs	Producteurs	Producteurs	Producteurs
Transport des déchets jusqu'à Cigéo	Producteurs	Producteurs	Producteurs	Producteurs
Autres dépenses	1,7 Md€			

Figure 1 - Tableau de synthèse du chiffrage Cigéo en coûts bruts (coût de base hors risques et opportunités)

3. Echancier

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
19 844,2 M€	Total investissement													
1 312,4 M€	SS1													
36,5 M€	Process surface et commun													
26,3 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	2,6 M€	6,0 M€
7,6 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
2,6 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
939,8 M€	Process MAVL													
831,8 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
11,5 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
96,5 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
336,1 M€	Process HA													
308,1 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
2,2 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
25,8 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
2 713,6 M€	SS2													
1 648,9 M€	EPI (hors bloc 3 sauf pour le démantèlement)													
985,7 M€	Construction (hors bloc 3)	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	99,4 M€	197,1 M€	197,1 M€	197,7 M€
558,4 M€	Jouissance (hors bloc 3)	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
104,7 M€	Démantèlement (y/c bloc 3)	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
78,5 M€	EPI (bloc 3)													
61,7 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
16,8 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
986,2 M€	EP2													
714,9 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
199,8 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
71,5 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
612,8 M€	SS3													
371,8 M€	Zone puits													
274,8 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	10,1 M€	20,1 M€	20,1 M€	20,1 M€
95,5 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
1,6 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
240,9 M€	Zone descendentes													
82,7 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	8,1 M€	16,1 M€	16,1 M€	16,2 M€
154,1 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
4,1 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
9 493,2 M€	SS4													
1 449,8 M€	LSF et ZSL													
906,4 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	120,0 M€	145,6 M€	170,7 M€	171,1 M€
458,6 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
84,8 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
2 886,4 M€	Zone de stockage MAVL													
2 472,4 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	102,7 M€	176,4 M€
262,2 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
151,8 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
5 157,0 M€	Zone de stockage HA													
4 259,0 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	20,0 M€	34,3 M€
614,3 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
283,6 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
2 030,5 M€	SS5													
479,2 M€	Activités transverses													
280,8 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	4,7 M€	9,4 M€	9,4 M€	9,4 M€
120,2 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
78,1 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
487,8 M€	Zone puits													
191,3 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	19,3 M€	38,3 M€	38,3 M€	38,4 M€
286,9 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
9,6 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
1 063,6 M€	Zone descendentes													
315,7 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	31,8 M€	63,1 M€	63,1 M€	63,3 M€
730,8 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
17,0 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
187,0 M€	SS6													
68,0 M€	Utilités													
35,0 M€	Electricité	0,0 M€	0,0 M€	3,5 M€	0,0 M€	0,0 M€	10,5 M€	10,5 M€	10,5 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
6,0 M€	Alimentation eau potable	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	1,5 M€	1,5 M€	3,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
6,0 M€	Rejet eau	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	1,5 M€	2,3 M€	2,3 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
1,0 M€	Télécom	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,3 M€	0,3 M€	0,3 M€	0,3 M€	0,3 M€	0,3 M€	0,3 M€	0,3 M€
20,0 M€	Gaz	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	5,0 M€	3,8 M€	3,8 M€	3,8 M€
0,0 M€	Gestion des déchets	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
119,0 M€	Aménagements hors site													
49,0 M€	Raccordement ferroviaire	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	6,1 M€	6,1 M€	9,2 M€	9,2 M€	9,2 M€	9,2 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
30,0 M€	Réglé réseau ferroviaire existant	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	3,8 M€	3,8 M€	5,6 M€	5,6 M€	5,6 M€	5,6 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
40,0 M€	Réseau routier	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	5,0 M€	5,0 M€	15,0 M€	15,0 M€	15,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
0,0 M€	Aménagement réseau fluvial	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
18,2 M€	SS7													
18,2 M€	Conteneurs de stockage TI													
18,2 M€	Conteneurs de stockage TI	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
92,4 M€	SS8													
92,4 M€	Process collis surface -fond													
47,7 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	4,0 M€	4,0 M€	4,0 M€	17,8 M€	9,6 M€	4,2 M€
41,0 M€	Jouissance	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
3,7 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€											

	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054
19 844,2 M€	Total Investissement														
1 312,4 M€	SS1														
36,5 M€	<i>Process surface et commun</i>														
26,3 M€	<i>Construction</i>														
7,6 M€	<i>Jouvence</i>														
2,6 M€	<i>Démantèlement</i>														
939,8 M€	<i>Process MAVL</i>														
831,8 M€	<i>Construction</i>														
11,5 M€	<i>Jouvence</i>														
96,5 M€	<i>Démantèlement</i>														
336,1 M€	<i>Process HA</i>														
308,1 M€	<i>Construction</i>														
2,2 M€	<i>Jouvence</i>														
25,8 M€	<i>Démantèlement</i>														
2 713,6 M€	SS2														
1 648,9 M€	<i>EPI (hors bloc 3 sauf pour le démantèlement)</i>														
985,7 M€	<i>Construction (hors bloc 3)</i>														
558,4 M€	<i>Jouvence (hors bloc 3)</i>														
104,7 M€	<i>Démantèlement (y/c bloc 3)</i>														
78,5 M€	<i>EPI (bloc 3)</i>														
61,7 M€	<i>Construction</i>														
16,8 M€	<i>Jouvence</i>														
986,2 M€	<i>EP2</i>														
714,9 M€	<i>Construction</i>														
199,8 M€	<i>Jouvence</i>														
71,5 M€	<i>Démantèlement</i>														
612,8 M€	SS3														
371,8 M€	<i>Zone puits</i>														
274,8 M€	<i>Construction</i>														
95,5 M€	<i>Jouvence</i>														
1,6 M€	<i>Démantèlement</i>														
240,9 M€	<i>Zone descendentes</i>														
82,7 M€	<i>Construction</i>														
154,1 M€	<i>Jouvence</i>														
4,1 M€	<i>Démantèlement</i>														
9 493,2 M€	SS4														
1 449,8 M€	<i>LSF et ZSL</i>														
906,4 M€	<i>Construction</i>														
458,6 M€	<i>Jouvence</i>														
84,8 M€	<i>Démantèlement</i>														
2 886,4 M€	<i>Zone de stockage MAVL</i>														
2 472,4 M€	<i>Construction</i>														
262,2 M€	<i>Jouvence</i>														
151,8 M€	<i>Démantèlement</i>														
5 157,0 M€	<i>Zone de stockage HA</i>														
4 259,0 M€	<i>Construction</i>														
614,3 M€	<i>Jouvence</i>														
283,6 M€	<i>Démantèlement</i>														
2 030,5 M€	SS5														
479,2 M€	<i>Activités transverses</i>														
280,8 M€	<i>Construction</i>														
120,2 M€	<i>Jouvence</i>														
78,1 M€	<i>Démantèlement</i>														
487,8 M€	<i>Zone puits</i>														
191,3 M€	<i>Construction</i>														
286,9 M€	<i>Jouvence</i>														
9,6 M€	<i>Démantèlement</i>														
1 063,6 M€	<i>Zone descendentes</i>														
315,7 M€	<i>Construction</i>														
730,8 M€	<i>Jouvence</i>														
17,0 M€	<i>Démantèlement</i>														
187,0 M€	SS6														
68,0 M€	<i>Utilités</i>														
35,0 M€	<i>Electricité</i>														
6,0 M€	<i>Alimentation eau potable</i>														
6,0 M€	<i>Rejet eau</i>														
1,0 M€	<i>Télécom</i>														
20,0 M€	<i>Gaz</i>														
0,0 M€	<i>Gestion des déchets</i>														
119,0 M€	<i>Aménagements hors site</i>														
49,0 M€	<i>Raccordement ferroviaire</i>														
30,0 M€	<i>Réglnt réseau ferroviaire existant</i>														
40,0 M€	<i>Réseau routier</i>														
0,0 M€	<i>Aménagement réseau fluvial</i>														
18,2 M€	SS7														
18,2 M€	<i>Conteneurs de stockage T1</i>														
18,2 M€	<i>Conteneurs de stockage T1</i>														
92,4 M€	SS8														
92,4 M€	<i>Process colis surface -fond</i>														
47,7 M€	<i>Construction</i>														
41,0 M€	<i>Jouvence</i>														
3,7 M€	<i>Démantèlement</i>														
2 164,5 M€	Coûts MOe														
483,5 M€	<i>MOe de conception</i>														
1 681,0 M€	<i>MOe de réalisation</i>														
983,1 M€	Coûts MOA														
12,0 M€	<i>Acquisitions foncières</i>														
399,5 M€	<i>AMO Réglementaires</i>														
571,6 M€	<i>MOA suivi de travaux</i>														
236,5 M€	Assurances travaux (optimum)														
236,5 M€	<i>Assurances travaux (optimum)</i>														
8 812,8 M€	Total exploitation														
3 608,8 M€	<i>Personnel d'exploitation</i>														
792,2 M€	<i>Frais de fonctionnement</i>														
1 413,4 M€	<i>Energie et fluides</i>														
783,8 M€	<i>Pièces de rechange</i>														
393,9 M€	<i>Conteneurs de stockage MAVL (>T1)</i>														
1 233,8 M€	<i>Conteneurs de stockage et Intercalaires HA (>T1)</i>														
586,8 M€	<i>Assurances exploitation (schéma optimum)</i>														
4 110,5 M€	Total impôts et taxes														
3 204,6 M€	<i>Taxe foncière (hors frais de gestion)</i>														
2 457,8 M€	<i>CFE (hors frais de gestion)</i>														
124,9 M€	<i>CVAE (hors frais de gestion)</i>														
114,9 M€	<i>Taxe de stockage (fourchette basse)</i>														
270,6 M€	<i>Taxe INB</i>														
12,5 M€	<i>Taxe IRSN</i>														
-2 074,8 M€	<i>Dégrèvement VA</i>														
1 743,5 M€	Activités sous maîtrise d'ouvrage Andra														
553,9 M€	<i>Laboratoire souterrain</i>														
513,5 M€	<i>Essais technologiques</i>														
500,1 M€	<i>Simulations / R&D</i>														
80,8 M€	<i>Observation environnement < 2029</i>														
75,0 M€	<i>Communication et Insertion territoriale < 2029</i>														
20,3 M€	<i>Frais communs et recettes diverses</i>														

	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	
19 844,2 M€	Total Investissement															
1 312,4 M€	SS1															
36,5 M€	Process surface et commun															
26,3 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	5,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
7,6 M€	Jouvence	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€	0,1 M€
2,6 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
939,8 M€	Process MAVL															
831,8 M€	Construction	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€	10,4 M€
11,5 M€	Jouvence	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€	0,2 M€
96,5 M€	Démantèlement	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€
336,1 M€	Process HA															
308,1 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	4,2 M€	4,3 M€	4,2 M€	4,2 M€	4,2 M€	4,3 M€
2,2 M€	Jouvence	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
25,8 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
2 713,6 M€	SS2															
1 648,9 M€	EPI (hors bloc 3 sauf pour le démantèlement)															
985,7 M€	Construction (hors bloc 3)	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
558,4 M€	Jouvence (hors bloc 3)	10,9 M€	10,9 M€	11,0 M€	10,9 M€	10,9 M€	10,9 M€	11,0 M€	10,9 M€	10,9 M€	10,9 M€	11,0 M€	10,9 M€	10,9 M€	10,9 M€	11,0 M€
104,7 M€	Démantèlement (y/c bloc 3)	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
78,5 M€	EPI (bloc 3)															
61,7 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
16,8 M€	Jouvence	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€	0,6 M€
986,2 M€	EP2															
714,9 M€	Construction	71,5 M€	71,5 M€	71,7 M€	71,5 M€	71,5 M€	71,5 M€	71,7 M€	71,5 M€	71,3 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
199,8 M€	Jouvence	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
71,5 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
612,8 M€	SS3															
371,8 M€	Zone puits															
274,8 M€	Construction	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€	1,5 M€
95,5 M€	Jouvence	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€	1,0 M€
1,6 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
240,9 M€	Zone descendentes															
82,7 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
154,1 M€	Jouvence	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€	1,6 M€
4,1 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
9 493,2 M€	SS4															
1 449,8 M€	LSF et ZSL															
906,4 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
458,6 M€	Jouvence	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€	4,8 M€
84,8 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
2 886,4 M€	Zone de stockage MAVL															
2 472,4 M€	Construction	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€	25,8 M€
262,2 M€	Jouvence	5,1 M€	5,1 M€	5,2 M€	5,1 M€	5,1 M€	5,1 M€	5,2 M€	5,1 M€	5,1 M€	5,1 M€	5,2 M€	5,1 M€	5,1 M€	5,1 M€	5,2 M€
151,8 M€	Démantèlement	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€	1,2 M€
5 157,0 M€	Zone de stockage HA															
4 259,0 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	61,6 M€	61,9 M€	61,7 M€	61,7 M€	61,7 M€
614,3 M€	Jouvence	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
283,6 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
2 030,5 M€	SS5															
479,2 M€	Activités transverses															
280,8 M€	Construction	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€	2,0 M€
120,2 M€	Jouvence	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€	1,3 M€
78,1 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
487,8 M€	Zone puits															
191,3 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
286,9 M€	Jouvence	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€
9,6 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
1 063,6 M€	Zone descendentes															
315,7 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
730,8 M€	Jouvence	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€	7,6 M€
17,0 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
187,0 M€	SS6															
68,0 M€	Utilités															
35,0 M€	Electricité	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
6,0 M€	Alimentation eau potable	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
6,0 M€	Rejet eau	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
1,0 M€	Télécom	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
20,0 M€	Gaz	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
0,0 M€	Gestion des déchets	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
119,0 M€	Aménagements hors site															
49,0 M€	Raccordement ferroviaire	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
30,0 M€	Réseau ferroviaire existant	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
40,0 M€	Réseau routier	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
0,0 M€	Aménagement réseau fluvial	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
18,2 M€	SS7															
18,2 M€	Conteneurs de stockage T1															
18,2 M€	Conteneurs de stockage T1	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
92,4 M€	SS8															
92,4 M€	Process colis surface -fond															
47,7 M€	Construction	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
41,0 M€	Jouvence	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
3,7 M€	Démantèlement	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€	0,0 M€
2 164,5 M€	Coûts MOe															
483,5 M€	MOe de conception	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,0 M€	3,1 M€	2,9 M€	2,9 M€	2,9 M€	2,9 M€	2,9 M€	2,9 M€
1 681,0 M€	MOe de réalisation	22,1 M€	22,1 M€	22,1 M€	22,1 M€											

	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099
19 844,2 M€	Total Investissement														
1 312,4 M€	SS1														
36,5 M€	<i>Process surface et commun</i>														
26,3 M€	<i>Construction</i>														
7,6 M€	<i>Jouvence</i>														
2,6 M€	<i>Démantèlement</i>														
939,8 M€	<i>Process MAVL</i>														
831,8 M€	<i>Construction</i>														
11,5 M€	<i>Jouvence</i>														
96,5 M€	<i>Démantèlement</i>														
336,1 M€	<i>Process HA</i>														
308,1 M€	<i>Construction</i>														
2,2 M€	<i>Jouvence</i>														
25,8 M€	<i>Démantèlement</i>														
2 713,6 M€	SS2														
1 648,9 M€	<i>EPI (hors bloc 3 sauf pour le démantèlement)</i>														
985,7 M€	<i>Construction (hors bloc 3)</i>														
558,4 M€	<i>Jouvence (hors bloc 3)</i>														
104,7 M€	<i>Démantèlement (y/c bloc 3)</i>														
78,5 M€	<i>EPI (bloc 3)</i>														
61,7 M€	<i>Construction</i>														
16,8 M€	<i>Jouvence</i>														
986,2 M€	<i>EP2</i>														
714,9 M€	<i>Construction</i>														
199,8 M€	<i>Jouvence</i>														
71,5 M€	<i>Démantèlement</i>														
612,8 M€	SS3														
371,8 M€	<i>Zone puits</i>														
274,8 M€	<i>Construction</i>														
95,5 M€	<i>Jouvence</i>														
1,6 M€	<i>Démantèlement</i>														
240,9 M€	<i>Zone descendentes</i>														
82,7 M€	<i>Construction</i>														
154,1 M€	<i>Jouvence</i>														
4,1 M€	<i>Démantèlement</i>														
9 493,2 M€	SS4														
1 449,8 M€	<i>LSF et ZSL</i>														
906,4 M€	<i>Construction</i>														
458,6 M€	<i>Jouvence</i>														
84,8 M€	<i>Démantèlement</i>														
2 886,4 M€	<i>Zone de stockage MAVL</i>														
2 472,4 M€	<i>Construction</i>														
262,2 M€	<i>Jouvence</i>														
151,8 M€	<i>Démantèlement</i>														
5 157,0 M€	<i>Zone de stockage HA</i>														
4 259,0 M€	<i>Construction</i>														
614,3 M€	<i>Jouvence</i>														
283,6 M€	<i>Démantèlement</i>														
2 030,5 M€	SS5														
479,2 M€	<i>Activités transverses</i>														
280,8 M€	<i>Construction</i>														
120,2 M€	<i>Jouvence</i>														
78,1 M€	<i>Démantèlement</i>														
487,8 M€	<i>Zone puits</i>														
191,3 M€	<i>Construction</i>														
286,9 M€	<i>Jouvence</i>														
9,6 M€	<i>Démantèlement</i>														
1 063,6 M€	<i>Zone descendentes</i>														
315,7 M€	<i>Construction</i>														
730,8 M€	<i>Jouvence</i>														
17,0 M€	<i>Démantèlement</i>														
187,0 M€	SS6														
68,0 M€	<i>Utilités</i>														
35,0 M€	<i>Electricité</i>														
6,0 M€	<i>Alimentation eau potable</i>														
6,0 M€	<i>Rejet eau</i>														
1,0 M€	<i>Télécom</i>														
20,0 M€	<i>Gaz</i>														
0,0 M€	<i>Gestion des déchets</i>														
119,0 M€	<i>Aménagements hors site</i>														
49,0 M€	<i>Raccordement ferroviaire</i>														
30,0 M€	<i>Réglnt réseau ferroviaire existant</i>														
40,0 M€	<i>Réseau routier</i>														
0,0 M€	<i>Aménagement réseau fluvial</i>														
18,2 M€	SS7														
18,2 M€	<i>Conteneurs de stockage T1</i>														
18,2 M€	<i>Conteneurs de stockage T1</i>														
92,4 M€	SS8														
92,4 M€	<i>Process colis surface -fond</i>														
47,7 M€	<i>Construction</i>														
41,0 M€	<i>Jouvence</i>														
3,7 M€	<i>Démantèlement</i>														
2 164,5 M€	Coûts MOe														
483,5 M€	<i>MOe de conception</i>														
1 681,0 M€	<i>MOe de réalisation</i>														
983,1 M€	Coûts MOA														
12,0 M€	<i>Acquisitions foncières</i>														
399,5 M€	<i>AMO Réglementaires</i>														
571,6 M€	<i>MOA suivi de travaux</i>														
236,5 M€	Assurances travaux (optimum)														
236,5 M€	<i>Assurances travaux (optimum)</i>														
8 812,8 M€	Total exploitation														
3 608,8 M€	<i>Personnel d'exploitation</i>														
792,2 M€	<i>Frais de fonctionnement</i>														
1 413,4 M€	<i>Energie et fluides</i>														
783,8 M€	<i>Pièces de rechange</i>														
393,9 M€	<i>Conteneurs de stockage MAVL (>T1)</i>														
1 233,8 M€	<i>Conteneurs de stockage et Intercalaires HA (>T1)</i>														
586,8 M€	<i>Assurances exploitation (schéma optimum)</i>														
4 110,5 M€	Total impôts et taxes														
3 204,6 M€	<i>Taxe foncière (hors frais de gestion)</i>														
2 457,8 M€	<i>CFE (hors frais de gestion)</i>														
124,9 M€	<i>CVAE (hors frais de gestion)</i>														
114,9 M€	<i>Taxe de stockage (fourchette basse)</i>														
270,6 M€	<i>Taxe INB</i>														
12,5 M€	<i>Taxe IRSN</i>														
-2 074,8 M€	<i>Dégrèvement VA</i>														
1 743,5 M€	Activités sous maîtrise d'ouvrage Andra														
553,9 M€	<i>Laboratoire souterrain</i>														
513,5 M€	<i>Essais technologiques</i>														
500,1 M€	<i>Simulations / R&D</i>														
80,8 M€	<i>Observation environnement < 2029</i>														
75,0 M€	<i>Communication et Insertion territoriale < 2029</i>														
20,3 M€	<i>Frais communs et recettes diverses</i>														

CHIFFRAGE CIGÉO EN PHASE ESQUISSE

Quantification des aléas, risques et opportunités

Identification

CG.TE.F.NTE.AMOA.RSQ.0000.14.0076/B

Octobre 2014

Pages : **40**

SOMMAIRE

1. Objet	5
2. Documents applicables et de référence	5
2.1 Documents applicables	5
2.2 Documents de référence	5
3. Périmètre de l'analyse	5
4. Méthodologie de quantification des risques et opportunités	6
4.1 Définitions	6
4.2 Etapes de la démarche	7
4.3 Typologie des événements redoutés ou espérés	8
4.4 Prise en compte des risques et opportunités en 2014	9
4.4.1 Opportunité / Risque externe	9
4.4.2 Opportunité / Risque PRE-Cigéo	9
4.4.3 Opportunité / Risque 2014	9
4.4.4 Opportunité / Risque AVP	9
4.4.5 Aléas	9
4.5 Processus de quantification	9
4.6 Périmètre et hypothèses de base de quantification	10
4.6.1 Périmètre	10
4.6.2 Prise en compte de la récurrence	10
4.6.3 Hypothèses de quantification	11
4.7 Déclinaison de risques ou d'opportunités	11
4.8 Grilles de quantification	11
4.8.1 Echelle de niveaux de probabilité	11
4.8.2 Grilles de gravité des risques	12
4.8.3 Grilles de quantification des opportunités	15
4.9 Hiérarchisation des événements redoutés et espérés	16
4.9.1 Détermination de la criticité des risques	16
4.9.2 Détermination de l'attrait des opportunités	16
5. Evaluation de l'impact financier des risques et opportunités	17
5.1 Evaluation des impacts financiers des risques	17
5.1.1 Estimation des impacts des risques sur l'investissement	17
5.1.2 Estimation des impacts des risques sur l'exploitation	18
5.2 Evaluation des impacts financiers des opportunités	19
5.2.1 Estimation des impacts des opportunités sur l'investissement	19
5.2.2 Estimation des impacts des opportunités sur l'exploitation	19
5.3 Impacts non quantifiables	19
5.4 Détermination du niveau de gravité coûts	20
6. Synthèse de l'exposition du projet aux événements redoutés	20
6.1 Portefeuille des risques du projet	20
6.2 Origine des événements redoutés	20
6.3 Prise en compte des risques	21
6.4 Exposition du projet aux événements redoutés	21

7.	Synthèse de l'exposition du projet aux évènements espérés	22
7.1	<i>Portefeuille des opportunités du projet</i>	22
7.2	<i>Origine des évènements espérés</i>	22
7.3	<i>Prise en compte des opportunités</i>	22
7.4	<i>Exposition du projet aux évènements espérés</i>	23
8.	Détermination de la provision pour risques et opportunités	24
8.1	<i>Construction du modèle R&O de Monte-Carlo sur les coûts bruts du Projet</i>	24
8.1.1	Logiciel employé	24
8.1.2	Consolidation des gains et des coûts	24
8.1.3	Construction du modèle de risques	24
8.1.4	Construction du modèle d'opportunités	25
8.1.5	Spécificités complémentaires de modélisation	27
9.	Provision pour aléas de réalisation	28
9.1	<i>Définition</i>	28
9.2	<i>Valorisation des aléas</i>	28
9.3	<i>Modélisation des aléas</i>	29

1. Objet

L'objet de ce document est de présenter la démarche de quantification des risques et opportunités du projet Cigéo.

Le présent document comprend :

- Le rappel de la démarche générale d'analyse des risques et opportunités projet ;
- Le périmètre et les hypothèses structurantes de la démarche de quantification ;
- La méthode de détermination de la provision pour risques et opportunités (R&O) et de la provision pour aléas.

2. Documents applicables et de référence

2.1 Documents applicables

[DA 01]	CG.TE.F.PMN.AMOA.MN0.0000.12.0054 - Plan de management projet Cigéo - phase études
[DA 03]	CG.01.F.PNG.AMOA.PLG.0000.12.0056 - Projet Cigéo - Planning Objectif
[DA 04]	CG-TE-F-NTE-AMOA-RSQ-0000-14-0077 - Evaluation des incertitudes d'estimation
[DA 05]	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-0000-14-0059 - Chiffrage Cigéo en phase esquisse - Hypothèses économiques et calendaires

2.2 Documents de référence

[DR 01]	RG Aéro 0039: Recommandation générale pour la mise en œuvre de la gestion des risques (mars 2000)
[DR 02]	DGA/AQ 924 : Manuel du management des risques dans un programme d'armement (juin 1995)
[DR 03]	AFNOR FD X 50-117 : Management des risques d'un projet

3. Périmètre de l'analyse

L'analyse des risques et opportunités a pour objectif d'identifier les événements redoutés et espérés potentiels du projet Cigéo, pour ensuite évaluer leur probabilité d'occurrence et leurs incidences sur les objectifs de coûts, délais et de performances du projet. Cette analyse alimente également l'élaboration des plans d'actions associés à la gestion des risques et des opportunités.

La démarche générale d'analyse de risques est conduite sur le projet « toutes tranches » et « toute phase » (conception, réalisation, exploitation...).

4. Méthodologie de quantification des risques et opportunités

4.1 Définitions

Les définitions listées dans le tableau ci-après s'appuient sur les documents suivants :

- les prescriptions des normes AFNOR FD X 50-117 et ISO 31000 : 2009 ;
- les définitions du dictionnaire AFNOR de management de projet (2010) ;
- La recommandation générale pour la mise en œuvre de la gestion des risques (RG Aéro 0039) ;
- Le manuel du management des risques dans un programme d'armement (DGA/AQ 924) ;
- les bonnes pratiques dans le secteur des travaux souterrains (Note AFTES) ;
- AACE - American Association for Advancement of Cost Engineering International Recommended Practices and Standards ;
- Management de projet - Méthodes et outils. Editions WEKA de mai 2003 ;
- les pratiques constatées par PwC auprès de grands acteurs de l'ingénierie et de la construction.

Aléas de réalisation	Evénements susceptibles de perturber le bon déroulement du chantier ou de la fabrication des équipements, auxquels on ne peut attribuer de probabilité d'occurrence, et dont les conséquences (pas toujours négligeables) sont difficilement quantifiables.
Attrait	Grandeur à deux dimensions qui caractérise une opportunité. Cette grandeur est obtenue par la combinaison du niveau d'intérêt et du niveau de probabilité d'occurrence de l'opportunité.
Criticité	Grandeur à deux dimensions qui caractérise un risque. Cette grandeur est obtenue par la combinaison du niveau de gravité et du niveau de probabilité d'occurrence de l'événement redouté.
Fiche de risque	Ce terme désigne toutes les données associées à un risque. Les fiches de risques sont regroupées dans une base de données spécifique, appelée aussi portefeuille de risques.
Gravité	Nombre entier variant entre 1 et 4 donnant l'impact potentiel sur le projet si le risque se produit.
Intérêt	Nombre entier variant entre 1 et 4 donnant l'impact potentiel sur le projet si l'opportunité se produit.
Opportunités externes	Evénements identifiables dont l'occurrence n'est pas certaine mais qui, s'ils surviennent, affecteront positivement le déroulement et l'atteinte des objectifs de performances, de coûts et de délais du projet. Il s'agit à ce titre d'événements espérés. Les causes de ce type d'évènement espéré sont externes au projet, qui bénéficie néanmoins de leurs effets. Par définition, sa probabilité d'occurrence est difficilement quantifiable.
Opportunités internes	Evénements identifiables dont l'occurrence n'est pas certaine mais qui, s'ils surviennent, affecteront positivement le déroulement et l'atteinte des objectifs de performances, de coûts et de délais du projet. Il s'agit à ce titre d'événements espérés. Les causes de ce type d'évènement espéré sont internes au projet les rendant a priori exploitables directement par celui-ci.
Probabilité d'occurrence (niveau)	Nombre entier variant entre 1 et 4 qui identifie respectivement le caractère très peu probable, peu probable, possible ou probable d'un évènement redouté ou espéré.

Risques externes	Événements identifiables dont l'occurrence n'est pas certaine mais qui, s'ils surviennent, sont susceptible d'affecter négativement le déroulement et l'atteinte des objectifs de performances, de coûts et de délais du projet. Il s'agit à ce titre d'événements redoutés. Les causes de ce type d'évènement redouté sont externes au projet, qui en subit néanmoins les conséquences. Par définition, sa probabilité d'occurrence est difficilement quantifiable.
Risque interne	Événements identifiables dont l'occurrence n'est pas certaine mais qui, s'ils surviennent, sont susceptible d'affecter négativement le déroulement et l'atteinte des objectifs de performances, de coûts et de délais du projet. Il s'agit à ce titre d'événements redoutés. Les causes de ce type d'évènement redouté sont internes au projet et a priori maîtrisables directement par celui-ci.
Opportunités / Risques majeur(e)s	Les risques/opportunités ayant une criticité/ un attrait supérieur(e) à 8 (sur 16) sont définis comme majeurs

4.2 Etapes de la démarche

La démarche adoptée est conforme à la méthodologie générale de maîtrise des risques et opportunités projet, appuyée par le plan de management du projet Cigéo ([DA 01]). La maîtrise des risques et des opportunités du projet est assurée par la structure risques et opportunités du service gestion de projet de la direction de l'ingénierie et du projet Cigéo (DIP/DMP/SGP), sous la responsabilité du responsable conduite de projet.

Le processus a été initié en 2011, dans la perspective du passage de Cigéo en phase d'industrialisation, le projet portant de nouveaux enjeux liés notamment à son organisation et à la multiplicité des acteurs engagés (maîtrises d'œuvre, puis entreprises de travaux).

Ce registre des risques et opportunités préliminaires a ensuite été mis à jour en 2012. Pour son volet opportunités, cette mise à jour a notamment pris en compte celles identifiées dans les dossiers 2005, 2009 et pistes d'optimisation en 2006. En cohérence avec le périmètre du chiffrage Andra du projet à cette date, le portefeuille avait été scindé en deux parties : (i) la première partie concernait la période 2012-2018, antérieure à l'autorisation de création de Cigéo, (ii) la seconde partie concernait Cigéo à compter de l'autorisation de création du centre (du début de la construction de T1 jusqu'à la fermeture complète du centre de stockage).

En 2013, ces deux parties ont été réunies dans un seul registre, en cohérence avec le périmètre du chiffrage 2013 du projet, et son actualisation a été effectuée par l'apport des principaux éléments suivants :

- Intégration de l'analyse par la société OXAND du registre des risques de fin 2012. Celle-ci a porté sur la complétude du portefeuille R&O Cigéo au regard de ses spécificités ainsi que des risques identifiés pour des projets analogues. L'analyse a également porté sur sa cohérence vis-à-vis de la méthodologie de constitution de la provision R&O.
- Intégration de l'analyse par la société PwC des registres risques et opportunités 2013. Celle-ci a essentiellement porté sur la méthodologie de constitution de la provision R&O.
- Intégration des résultats de l'analyse de la valeur qui s'est déroulée de mars à juin 2013. Ce travail, qui a rassemblé 48 participants de l'Andra, de la MOe-S ainsi que des Producteurs a permis l'identification de 329 idées « brutes ». Après traitement et pré-instruction, celles-ci ont été intégrées à la base d'opportunités du projet Cigéo.
- Mise à jour du portefeuille via une série d'entretiens avec les membres de la direction de projet pour intégrer notamment les compléments identifiés lors de la rédaction des DCE des MOe-SS.

En 2014, ce document a été mis jour par l'apport des principaux éléments suivants :

- **Pour le volet opportunités :**
 - ✓ Intégration des résultats des études d'optimisation des Moe-SS : Sur la base de l'Esquisse de Jesq05, une liste d'optimisations possibles a été initiée par la MOA et le Moe-S, puis complétée par l'apport des Moe-SS. Chacun des items de cette liste ont ensuite été instruits techniquement par les Moe-SS. Ces études se sont déroulées de novembre 2013 à mai 2014.
 - ✓ Intégration des conclusions de la consolidation de la solution d'ensemble : Suite aux études d'optimisation, la conception d'ensemble du projet a été proposée par le Moe-S. Suite à cette consolidation, certaines optimisations complémentaires ultérieures ont été identifiées, et intégrées au portefeuille d'opportunités.
- **Pour le volet risques :**
 - ✓ Mise à jour du portefeuille via une série d'entretiens avec les membres de la direction de projet, en cohérence avec les avancées du projet. Cette mise à jour a principalement porté sur la partie projet du portefeuille.
 - ✓ Intégration des résultats de l'analyse de risques des MOe système et sous-système,
 - ✓ Intégration des conclusions de la consolidation de la solution d'ensemble : Suite aux études d'optimisation, la conception d'ensemble du projet a été proposée par le Moe-S. Suite à cette consolidation, certaines réserves (sur des dimensionnements notamment) ont été identifiées, et intégrées au portefeuille de risques.

4.3 Typologie des évènements redoutés ou espérés

Les risques et opportunités sont des évènements redoutés ou espérés identifiables dont l'occurrence n'est pas certaine mais qui, s'ils surviennent, sont susceptibles d'affecter le déroulement et l'atteinte des objectifs de performances, de coûts et de délais du projet. Cependant, ceux-ci peuvent être de nature différentes et classés selon trois types, illustrés sur le schéma suivant.

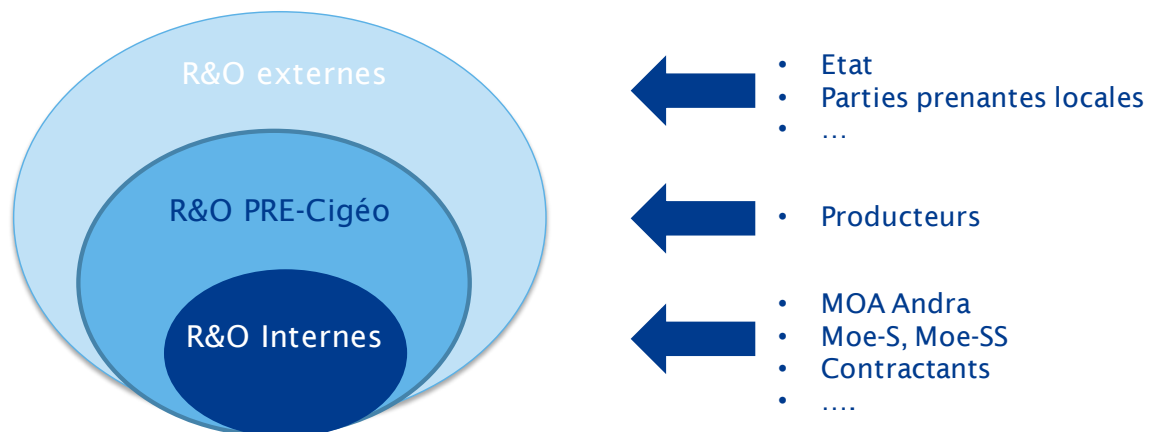


Figure 1 – Typologie des évènements redoutés ou espérés

- **Risques / Opportunités externes :**

Evènement redouté ou espéré dont les causes sont externes au Projet ou au Programme élargi de gestion des déchets HA-MAVL.

- **Risques / Opportunités PRE-Cigéo**

Evènement redouté ou espéré dont les causes relèvent du Programme PRE-Cigéo. A ce titre il peut s'agir d'évolution d'inventaire de déchets, de chroniques de livraison,... Ces évènements peuvent impacter Cigéo ainsi que les installations des Producteurs.

- **Risques / Opportunités internes :**

Évènement redouté ou espéré dont les causes sont internes au Projet Cigéo et a priori maîtrisables directement par celui-ci. A ce titre, elles peuvent relever des processus mis en œuvre, de son organisation, des choix arrêtés en cours de projet, etc.

4.4 Prise en compte des risques et opportunités en 2014

En vue de la détermination d'une provision pour risques et opportunités de la maîtrise d'ouvrage, l'Andra propose d'exclure un certain nombre d'évènements et de ne retenir que ceux pour lesquels les probabilités d'occurrence et les hypothèses techniques peuvent être identifiés raisonnablement. L'Andra a complété les trois types principaux d'évènements (cf. § 4.3) par différents statuts de prise en compte présentés ci-après.

4.4.1 Opportunité / Risque externe

Difficilement appréhendables, tant en terme de probabilité d'occurrence que d'hypothèses techniques, ces évènements ne sont pas chiffrés ni pris en compte dans la provision R&O.

4.4.2 Opportunité / Risque PRE-Cigéo

Ces évènements exogènes au projet Cigéo sont exclus à ce stade de la provision R&O. L'impact économique sur les sites producteurs n'a pas été évalué.

4.4.3 Opportunité / Risque 2014

Ce statut reflète des évènements redoutés et espérés incertains pour lesquels des hypothèses de quantification peuvent être retenues. Il s'agit majoritairement de risques ou d'opportunités dont les causes sont internes au projet ou d'évènements dont les causes et hypothèses, bien qu'externes, ont été suffisamment précisées pour pouvoir être prise en compte dans le chiffrage.

Les impacts de ces évènements sont probabilisés et pris en compte dans la provision R&O.

4.4.4 Opportunité / Risque AVP

Ce statut reflète des évènements redoutés et espérés incertains pour lesquels l'établissement d'hypothèses techniques de quantification nécessite des éléments complémentaires de définition de l'installation. Ce statut traduit aussi des pistes de conception incertaines à ce stade.

Ces évènements n'étant pas chiffrables à ce stade, ils sont exclus de la provision R&O.

4.4.5 Aléas

Ce statut est retenu pour des évènements redoutés dont les conséquences et la couverture sont déjà prises en compte dans la part d'aléas de réalisation retenus pour le projet (cf. définitions au § 4.1).

Ces évènements ne sont pas pris en compte dans l'évaluation de la provision R&O, une provision spécifique pour couvrir les aléas est proposée (cf. §9).

4.5 Processus de quantification

L'objectif de la quantification est de définir le niveau d'impact le plus probable si le risque ou l'opportunité projet se réalise. Les évènements redoutés et espérés sont quantifiés en s'appuyant sur des compétences pluridisciplinaires (technique, financier, ...) pour permettre de cerner les différents impacts directs du risque ou de l'opportunité considérée.

Plusieurs approches privilégiées ont été utilisées et combinées :

- Entretiens individuels avec les acteurs du projet ;
- Animation de groupes de travail restreints pluridisciplinaires ;
- Analyse des documents du projet (plannings, DCE...) ;
- Exploitation du retour d'expérience (problématiques récurrentes,...) ;
- Exploitation des résultats d'analyses des risques proposées par les MOe.

Afin de déterminer la quantification la plus réaliste, cette quantification repose sur les grilles de quantification présentées ci-après (cf. § 4.8).

4.6 Périmètre et hypothèses de base de quantification

4.6.1 Périmètre

Cette analyse est structurée sur les données du projet au stade de Japs03b – Choix d'une solution APS Système. Ainsi, les données d'entrée (PIGD,...) ainsi que les structures de coûts employées sont celles associées à la mise à jour de ce jalon.

D'autre part, l'estimation des impacts des risques et opportunités sur le Projet est structuré sur les deux périodes temporelles suivantes :

- **Construction T1** : Cette phase consolide les impacts des R&O sur la période [2012 – 2034]
- **Tranches ultérieures** : Cette phase consolide les impacts des R&O sur la période [2035 – 2156]. il peut s'agir d'impacts relatifs à :
 - ✓ La construction des Tranches ultérieures ;
 - ✓ La fermeture ou le démantèlement des installations ;
 - ✓ La jouvence des installations ;
 - ✓ L'exploitation des installations.

A noter que des R&O se produisant durant la phase « construction T1 » pourront avoir des impacts sur la phase « Tranches ultérieures ».

4.6.2 Prise en compte de la récurrence

Le développement du Projet Cigéo est composé de plusieurs phases successives de conception, de réalisation et d'exploitation sur l'ensemble de sa durée de vie. Pour prendre en compte cette durée totale du projet, les périodes couvrant les tranches ultérieures du stockage sont considérées comme la succession de 7 ranches d'exploitation d'une quinzaine d'années chacune.

Afin de prendre en compte ce déroulement dans l'analyse de risques et opportunités (notamment pour la partie relative aux tranches ultérieures de stockage), la méthodologie suivante est employée :

- Les risques/opportunités relatifs à la construction de la Tranche 1 sont quantifiés en considérant T1 comme un projet unique ;
- Les risques/opportunités relatifs aux tranches ultérieures sont quantifiés unitairement, comme s'ils pouvaient impacter une seule tranche. Puis, si nécessaire, l'impact sur les différentes phases de vie est extrapolé selon les cas suivants :
 - ✓ Cas 1, Risque/opportunité récurrent(e) : Le risque ou l'opportunité peut s'avérer sur chacune des périodes d'exploitation du centre. Par exemple, un contractant majeur faisant défaut. Dans ce cas, afin de rendre représentatif ce risque sur la durée du stockage, et donc sur chacune des périodes d'exploitation, l'impact financier du risque/opportunité considéré est multiplié par un facteur 7.
 - ✓ Cas 2, Risque/opportunité acyclique : Les impacts du risques ou de l'opportunité sont indépendants des périodes d'exploitation. C'est le cas par exemple des problèmes de réalisation. Dans ce cas, l'impact retenu est unique pour la totalité du projet et n'est pas multiplié.

Nota : Les opportunités identifiées à ce stade sont majoritairement des opportunités de conception, qui se traduisent par des économies de réalisation. Ainsi, leurs impacts financiers sont indépendants des périodes d'exploitation et sont donc quantifiés en terme de gain sur le projet « toutes tranches », sans facteur 7.

4.6.3 Hypothèses de quantification

L'objectif principal de cette analyse est de contribuer à la détermination des provisions R&O du projet. Au stade de l'identification des risques et opportunités de ces périodes, des étapes analogues à la démarche précisée dans la RG Aéro 0039 ont été déroulées. Cependant, étant donné le stade actuel du projet au regard de sa longueur, les risques ou opportunités pris en compte dans cette analyse ne peuvent être traités de la même façon que des risques à plus court terme. Cette spécificité nécessite de recourir à la particularité suivante.

La distinction quantification « avant action » et quantification « après action » telle que présentée dans les normes perd de sa pertinence dans le cas de ces risques et opportunités. En effet, sa stricte application impliquerait, par exemple, la connaissance de paramètres à long terme tels que l'organisation industrielle pour les tranches supérieures à la Tranche 1, leur planning détaillé de construction... Ainsi, les actions à entreprendre ont été autant que possibles identifiées, notamment celles à lancer dès à présent (consolidation de planning, etc., cf. [DA 04]), mais elles ne peuvent être exhaustives aujourd'hui. La quantification des risques et opportunités a ainsi pris comme postulat de base que toutes les actions pouvant être raisonnablement entreprises pour limiter un risque ou maximiser une opportunité le seront. Les quantifications présentées dans ce document sont considérées comme tenant compte de ces actions, et donc des quantifications après actions.

4.7 Déclinaison de risques ou d'opportunités

Certains risques ou opportunités identifiés peuvent être trop macroscopiques pour permettre une quantification représentative. La première étape de la quantification financière consiste à décliner, si nécessaire, l'évènement redouté/espéré.

Ex : Pour le risque « Contractant ne répondant pas aux besoins de l'Andra », la déclinaison retenue est la suivante:

- Contractant mineur ne répondant pas aux besoins de l'Andra ;
- Contractant majeur d'études ne répondant pas aux besoins de l'Andra ;
- Contractant majeur en réalisation ne répondant pas aux besoins de l'Andra ;
- Contractant majeur en exploitation ne répondant pas aux besoins de l'Andra.

4.8 Grilles de quantification

L'objectif principal de la quantification est de pouvoir hiérarchiser les évènements redoutés et espérés entre eux afin d'identifier les plus significatifs pour le projet. Pour ce faire, les différents aspects coûts délais et performance des risques et opportunités sont évalués tour à tour selon deux méthodes : soit ils sont déterminés spécifiquement, soit ils sont estimés à dire d'experts selon des échelles qualitatives ou semi-quantitatives (cas des impacts délais et performance).

Chacun de ces impacts est ensuite associé à un niveau (nombre entier de 1 à 4) selon des grilles d'intérêt ou de gravité spécifiques et présentées ci-après.

4.8.1 Echelle de niveaux de probabilité

Classiquement, l'échelle de probabilité associe un niveau d'occurrence à un intervalle de probabilité. Le niveau 1 est utilisé pour un évènement redouté ayant très peu de chance de se produire tandis que le niveau 4 reflète un évènement redouté dont l'apparition est quasi-certaine. De plus, volontairement, la césure entre les niveaux 2 et 3 n'est pas positionnée à 50% afin de rendre le choix du niveau plus marqué lors des quantifications.

Le niveau d'occurrence correspondant aux intervalles de valeur estimée de probabilité est automatiquement déduit suivant la grille de correspondance suivante:

Niveau	Libellé	Intervalles de probabilité
4	Fortement probable	$p > 80\%$
3	Probable	$40\% < p < 80\%$
2	Improbable	$10\% < p < 40\%$
1	Très improbable	$p < 10\%$

De plus, l'occurrence d'un risque ou d'une opportunité peut être différente selon que l'évènement survienne en Tranche 1 ou sur les tranches ultérieures du projet. Ainsi une distinction a été faite pour apprécier les probabilités des évènements redoutés ou espérés selon la période considérée.

D'autre part, lorsque l'évènement considéré est décliné, les probabilités d'occurrence sont associées aux évènements « fils ». En fonction des déclinaisons, celles-ci peuvent être très variables.

4.8.2 Grilles de gravité des risques

- **Echelle de gravité délais**

Le jalon objectif pris en compte pour la détermination de l'échelle de gravité délais est celui de la mise en service de la tranche 1 du stockage prévue en 2028. Afin d'adopter un principe similaire pour les tranches suivantes, le critère retenu pour la quantification délais est le retard sur la mise en service d'une tranche. L'échelle de gravité délais retenue est la suivante :

Niveau	Libellé	Impact sur le jalon « Mise en service d'une tranche »
4	Critique	> 1 an
3	Majeur	Entre 6 mois et 1 an
2	Important	Entre 3 et 6 mois
1	Mineur	< 3 mois

De plus, cette gravité ayant uniquement pour but la hiérarchisation entre les risques, une seule gravité « délais » est fixée par évènement redouté. Seule la plus forte entre celle déterminée pour la Tranche 1 et les tranches ultérieures est retenue.

D'autre part, si l'évènement considéré est décliné, ce sont ses déclinaisons qui sont associées à une gravité délais. En fonction des déclinaisons celles-ci peuvent être très variables.

- **Echelle de gravité coûts d'investissement**

Classiquement, l'échelle de gravité coûts d'investissement est exprimée en pourcentage du coût d'investissement du projet global. Pour cette analyse le seuil « inacceptable » pour un risque est fixé à environ 5% du coût d'une tranche donnée.

Par ailleurs, les coûts du projet global étant sensiblement différents entre ceux de la tranche 1 et ceux des tranches ultérieures, une distinction a été faite pour apprécier les impacts coûts des évènements redoutés selon les montants associés à la période considérée.

Niveau	Libellé	Surcoûts tranche 1	Surcoûts tranches ultérieures
4	Critique	> 400 M€	> 600 M€
3	Majeur	Entre 200 et 400 M€	Entre 300 et 600 M€
2	Important	Entre 50 et 200 M€	Entre 50 et 300 M€
1	Mineur	< 50 M€	< 50 M€

D'autre part, la détermination de la gravité coûts, fondée sur la détermination de l'impact du risque ou de l'opportunité, suit la méthodologie décrite au chapitre 5.4.

En outre, si l'évènement considéré est décliné, ce sont ses déclinaisons qui sont associées à une gravité coûts. En fonction des déclinaisons celles-ci peuvent être très variables.

- **Echelle de gravité coûts d'exploitation**

Tout comme l'échelle de gravité coûts d'investissement, l'échelle de gravité coûts d'exploitation est fixée en pourcentage du coût d'exploitation du projet global. Pour cette analyse le seuil « inacceptable » pour un risque est fixé à environ 5% du coût d'exploitation du projet.

Par ailleurs, une distinction a été faite selon que ces impacts concernent la Tranche 1 ou les tranches ultérieures. A noter cependant que la période d'exploitation associée à la Tranche 1 de réalisation étant très inférieure à celle des Tranche ultérieures, les impacts en termes de coûts d'exploitation concernent le plus souvent les tranches ultérieures.

Niveau	Libellé	Surcoûts d'exploitation
4	Critique	> 500 M€
3	Majeur	Entre 200 et 500 M€
2	Important	Entre 50 et 200 M€
1	Mineur	< 50 M€

- **Echelle de gravité performance 1 : Capacité à stocker**

La première performance majeure de l'installation est sa capacité à stocker les colis de déchets. L'échelle suivante a été retenue :

Niveau	Libellé	Impact sur la capacité à stocker
4	Critique	Interruption du stockage ou forte réduction de la capacité d'accueil, durable (> 6 mois) Cadence annuelle /2 = 500 colis stockés / an
3	Majeur	Impossibilité temporaire de stocker (< 6 mois) Cadence annuelle 2/3 = 700 colis stockés / an
2	Important	Dégradation temporaire de la capacité à stocker (< 3 mois) Cadence réduite ponctuellement
1	Mineur	Négligeable ou sans impact

De plus, cette gravité ayant uniquement pour but la hiérarchisation entre les risques, une seule gravité « impact sur la capacité à stocker » est fixée par évènement redouté. Seule la plus forte entre celle déterminée pour la Tranche 1 et les tranches ultérieures est retenue.

D'autre part, si l'évènement considéré est décliné, ce sont ses déclinaisons qui sont associées à une gravité « Impact sur la capacité à stocker ». En fonction des déclinaisons celles-ci peuvent être très variables.

- **Echelle de gravité performance 2 : Santé, sécurité, sûreté, environnement (SSSE)**

L'autre performance majeure du stockage est la santé-sécurité, la sûreté et la protection de l'environnement.

Niveau	Libellé	Impact santé, sécurité, sûreté, environnement
4	Critique	<p><u>Travailleurs :</u></p> <p>Impact non radiologique : Décès ou handicap.</p> <p>Impact radiologique : Dose efficace susceptible d'avoir des effets déterministes sur l'organisme humain (dose supérieure à 100 mSv/an 7).</p> <p><u>Public :</u></p> <p>Impact non radiologique : atteinte de la santé d'au moins une personne de la population.</p> <p>Impact radiologique : exposition supérieure à 10 mSv/an ou contamination de plus de 10 personnes de la population avec une dose supérieure à 1 mSv/an.</p> <p>Impacts sur une zone étendue (au-delà des communes avoisinantes de l'installation) ou de zones vulnérables.</p>
3	Majeur	<p><u>Travailleurs :</u></p> <p>Impact non radiologique : Accident avec conséquences graves sur la santé.</p> <p>Impact radiologique : exposition comprise entre 20 et 100 mSv.</p> <p><u>Public :</u></p> <p>Impact non radiologique : gêne des riverains sur une zone étendue autour du site.</p> <p>Impact radiologique : Exposition inférieure à 10 mSv de moins de 10 personnes.</p> <p>Impact environnemental nécessitant des travaux de dépollution ou impact non confiné au périmètre de l'installation.</p>
2	Important	<p><u>Travailleurs :</u></p> <p>Impact non radiologique : Accident avec conséquences légères sur la santé.</p> <p>Impact radiologique : exposition dans les limites réglementaires vis à vis des travailleurs.</p> <p><u>Public :</u></p> <p>Impact non radiologique : gêne des riverains sur une zone localisée autour du site.</p> <p>impact radiologique : pas de dépassement de la limite réglementaire vis à vis du public (1 mSv/an).</p> <p>Impact environnemental confiné au périmètre de l'installation.</p>
1	Mineur	<p><u>Travailleurs :</u></p> <p>Impact non radiologique : Accident avec conséquences faibles sur la santé</p> <p>Impact radiologique : exposition inférieure à la contrainte de dose retenue (5mSv/an)</p> <p><u>Public :</u></p> <p>Impact non radiologique : pas de gêne pour les riverains</p> <p>Impact radiologique : exposition inférieure à la contrainte de dose (0.25mSv/an)</p> <p>Impact confiné à une partie très limitée à l'intérieur du périmètre de l'installation, pas de dépassement des seuils fixés dans les arrêtés rejets.</p>

Cette gravité ayant uniquement pour but la hiérarchisation entre les risques, une seule gravité « impact SSSE » est fixée par évènement redouté. Seule la plus forte entre celle déterminée pour la Tranche 1 et les tranches ultérieures est retenue.

D'autre part, si l'évènement considéré est décliné, ce sont ses déclinaisons qui sont associées à une gravité « Impact SSSE ». En fonction des déclinaisons, celles-ci peuvent être très variables.

4.8.3 Grilles de quantification des opportunités

Les opportunités sont quantifiées de façon analogue aux risques en employant un vocabulaire et des grilles de quantifications « miroir ».

- **Echelle d'intérêt délais**

Niveau	Libellé	Gains sur le jalon « Mise en service d'une tranche »
4	Très élevé	> 1 an
3	Majeur	Entre 6 mois et 1 an
2	Important	Entre 3 et 6 mois
1	Mineur	< 3 mois

- **Echelle d'intérêt coûts d'investissement**

Niveau	Libellé	Economies tranche 1	Economies tranches ultérieures
4	Très élevé	> 400 M€	> 600 M€
3	Majeur	Entre 200 et 400 M€	Entre 300 et 600 M€
2	Important	Entre 50 et 200 M€	Entre 50 et 300 M€
1	Mineur	< 50 M€	< 50 M€

- **Echelle d'intérêt coûts d'exploitation**

Niveau	Libellé	Economies d'exploitation
4	Très élevé	> 500 M€
3	Majeur	Entre 200 et 500 M€
2	Important	Entre 50 et 200 M€
1	Mineur	< 50 M€

- **Echelle d'intérêt performance**

Les études d'esquisse proposent une configuration répondant à ce stade du projet aux performances exprimées. Ainsi en cas d'identification de sur-qualité vis-à-vis des performances attendues, une démarche d'optimisation pourra être mise en œuvre.

A ce stade, aucune opportunité n'est concernée par ces gains, c'est pourquoi une grille qualitative est retenue. Celle-ci pourra être mise à jour et déclinées dans les phases ultérieures du projet, en cohérence avec l'avancement de la définition du système.

Niveau	Libellé
4	Gain très élevé sur une performance système
3	Gain majeur sur une performance système
2	Gain mineur sur une performance système
1	Gain négligeable sur une performance système

4.9 Hiérarchisation des évènements redoutés et espérés

4.9.1 Détermination de la criticité des risques

La criticité est obtenue par la combinaison de la gravité d'un critère donné et de la probabilité d'occurrence de l'évènement redouté considéré. Applicable à chacun des trois critères coûts, délais ou performances, elle est calculée selon la formule suivante

$$Criticité = N_{proba} \times G_{critère}$$

Afin de hiérarchiser les évènements redoutés entre eux, leur criticité globale est déterminée. Elle est obtenue par la combinaison des gravités et de la probabilité d'occurrence de l'évènement redouté considéré selon la formule suivante :

$$Criticité\ globale = N_{proba} \times \frac{(G_{délais} + G_{coûts\ invest.} + G_{coûts\ expl.} + G_{perf1} + G_{perf2})}{5}$$

Le calcul de la criticité globale pour cette analyse intègre de façon homogène tous les critères de quantification. Cependant, il serait possible de privilégier un critère par rapport à un autre, en appliquant un coefficient de pondération au type de gravité que l'on souhaite mettre en avant.

Le résultat (sur un critère donné ou globale), compris entre 1 et 16, permet de situer l'évènement redouté dans une des zones de la matrice d'acceptabilité, représentée ci-après:

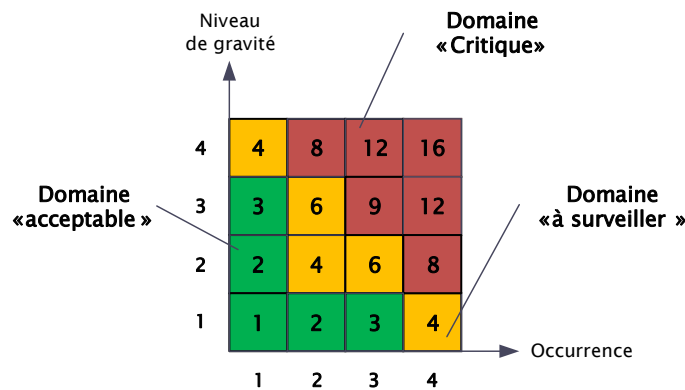


Figure 2 - Matrice d'acceptabilité

Nota : L'exploitation étant consolidée uniquement sur les tranches ultérieures (cf 4.6.1), la formule de détermination de la criticité T1 est adaptée en conséquence.

4.9.2 Détermination de l'attrait des opportunités

De façon « miroir » à la criticité des risques, l'attrait des opportunités est obtenue par la combinaison de l'intérêt d'un critère donné et de la probabilité d'occurrence de l'évènement espéré considéré. Applicable à chacun des trois critères coûts, délais ou performances, il est calculé selon la formule suivante

$$Attrait = N_{proba} \times I_{critère}$$

Afin de hiérarchiser les évènements espérés entre eux, leur attrait global est déterminé. Par transposition de la formule de détermination de la criticité des risques, l'attrait est obtenu selon la formule suivante :

$$\text{Attrait global} = N_{\text{proba}} \times \frac{(I_{\text{délais}} + I_{\text{coûts invest.}} + I_{\text{coûts expl.}} + I_{\text{perf}})}{4}$$

Nota : L'exploitation étant consolidée uniquement sur les tranches ultérieures (cf 4.6.1), la formule de détermination de l'attrait T1 est adaptée en conséquence.

5. Evaluation de l'impact financier des risques et opportunités

Comme indiqué dans le chapitre précédent, l'objectif de la quantification est de hiérarchiser les risques et opportunités entre eux pour en déduire les plus significatifs pour le projet. Afin d'en déduire le niveau d'intérêt ou de gravité nécessaire à la détermination de l'attrait ou de la criticité, l'impact financier est quantifié spécifiquement selon la méthodologie décrite ci-après. Le niveau d'intérêt ou de gravité est ensuite obtenu en comparant la valeur de l'impact à la grille de gravité correspondantes (cf 4.8).

5.1 Evaluation des impacts financiers des risques

5.1.1 Estimation des impacts des risques sur l'investissement

De par la nature du projet et son stade actuel, les impacts sur l'investissement des risques sont identifiés sur deux périodes temporelles : la Tranche 1 et les tranches ultérieures (cf 4.6.1).

Pour chacune de ces deux périodes, les impacts des risques sont traduits en impacts financiers en combinant un ou plusieurs impacts décrits ci-après.

5.1.1.1 Impacts spécifiques

Lorsque les combinaisons d'impacts sur les macro-postes de coûts présentés ci-après sont inadaptées, certains impacts propres à certains risques ou opportunités sont estimés spécifiquement.

Les impacts particuliers retenus pour le chiffrage des risques et opportunités ainsi que les montants et les hypothèses justificatives de ces derniers, sont présentés dans leur fiche respective. Ils peuvent porter sur les postes construction T1, construction Tu, la fermeture ou le démantèlement des installations, la jouvence ou l'exploitation.

5.1.1.2 Impacts délais

Les impacts de type délai peuvent être convertis en impact coût correspondant aux coûts engendrés par la mobilisation supplémentaire de personnels, nécessaire à la réalisation d'études de développement ou de réalisation d'une tranche. Cette mobilisation supplémentaire peut traduire une impossibilité de pouvoir assurer les missions nécessaires au projet, des retards/décalages de celles-ci, des reprises de dossiers divers,...

Lorsque nécessaire, les surcoûts associés à ce type d'impact sont quantifiés en un intervalle de X mois de mobilisation supplémentaire de personnel pour une tranche donnée, selon la grille ci-après. A ce stade quel que soit le risque considéré, on considère que les surcoûts associés à ce type d'impact ne peuvent dépasser 12 mois de mobilisation supplémentaire.

Mobilisation supplémentaire de personnel (en mois)
[6 - 12] mois
[3 - 6] mois
[1 - 3] mois

En cohérence avec les éléments du chiffrage 2013 Cigéo, les hypothèses prises en compte pour les estimations de frais de personnels sont listées ci-après. Le détail est indiqué en Annexe 1 :

5.1.1.3 Impacts sur les ouvrages

Ce type d'impact correspond aux coûts engendrés par la reprise et/ou la modification d'éléments du stockage. Ces reprises peuvent traduire des adaptations suite à des changements divers, des corrections d'erreurs de conception ou de réalisation ou encore un surcoût lié à des difficultés techniques non anticipées jusqu'alors.

Lorsque nécessaire, les surcoûts associés à ce type d'impact sont quantifiés en un intervalle de X % sur le coût du poste considéré pour une tranche donnée, selon la grille ci-après. Par convention, quel que soit le risque considéré, on considère que les surcoûts associés à ce type d'impact ne peuvent dépasser 25% du coût du poste considéré.

Reprise/modification d'éléments du stockage (en % du poste considéré)
[15 - 25] %
[5 - 15] %
[1 - 5] %

De plus, lorsque ce type de quantification est retenu, seul l'impact investissement du risque est comptabilisé pour chacune des deux périodes temporelles. A ce stade il est considéré que ces reprises/modifications d'éléments du stockage sont sans impacts sur les postes « fermeture et démantèlement » ainsi que « jouvence » correspondants.

5.1.1.4 Impacts sur le dimensionnement des MOA/MOE

Certains risques impactant directement la conception peuvent avoir une incidence sur le coût brut du projet. Or la détermination des montants de MOA ou MOE sur certaines périodes du projet sont déterminés par des ratios. Ainsi, pour ce type de risque, l'impact induit sur le dimensionnement des MOA/MOE est mentionné dans les fiches de risques. Les ratios employés sont conformes à ceux mentionnées dans les notes de chiffrage correspondantes pour chacun des sous-systèmes.

5.1.1.5 Impacts sur la fiscalité

De la même façon, la fiscalité dépendant directement de la conception, les risques ayant une incidence directe sur celle-ci ont un impact sur la fiscalité. Le taux retenu est de 1,65%/an sur la durée de vie de l'installation considérée (environ 1.45% au titre de la taxe foncière et 0.20% au titre des CFE et CVAE). Cet impact n'est appliqué que pour les installations de surface conventionnelles et nucléaires (hors verses).

5.1.2 Estimation des impacts des risques sur l'exploitation

Ce type d'impact correspond aux coûts engendrés par une mobilisation supplémentaire du personnel d'exploitation. Cette mobilisation supplémentaire peut traduire des retards/décalages dans le flux de colis à stocker, des reprises de dossiers divers,...

Lorsque nécessaire, les surcoûts associés à ce type d'impact sont quantifiés en un intervalle de X mois de mobilisation supplémentaire de personnel, selon la même grille que celle employée pour les impacts délais en investissement.

La période d'exploitation considérée s'étend de 2029 à 2156. Les postes pris en compte pour dimensionner l'impact d'une interruption ou une augmentation de la durée d'exploitation sont les suivants :

- Personnel d'exploitation Cigéo
- Energie et fluides

- Pièces de rechanges

Le détail de leur valeurs et de leur détermination est indiqué en Annexe 2 :

5.2 Evaluation des impacts financiers des opportunités

5.2.1 Estimation des impacts des opportunités sur l'investissement

5.2.1.1 Impacts spécifiques

L'impact investissement des opportunités est systématiquement évalué spécifiquement pour chacune des deux périodes temporelles. Le chiffrage du gain par rapport à la conception de la mise à jour des études d'esquisse est fondé sur des hypothèses techniques ou scénarios définis pour chacune des opportunités.

Ils peuvent porter sur les postes construction T1, construction Tu, la fermeture ou le démantèlement des installations, la jouvence ou l'exploitation.

5.2.1.2 Impacts sur le dimensionnement des MOA/MOE

Cf 5.1.1.4 avec un vocabulaire miroir.

5.2.1.3 Impacts sur la fiscalité

Cf 5.1.1.5 avec un vocabulaire miroir.

5.2.2 Estimation des impacts des opportunités sur l'exploitation

Ce type d'impact correspond aux gains engendrés par :

- une mobilisation réduite du personnel d'exploitation. Cette mobilisation réduite traduit presque exclusivement des gains en personnels d'exploitation par mutualisation et synergies entre fonctions d'exploitation ou par réduction de fonctions de l'installation réduisant d'autant le besoin en personnel d'exploitation,
- Une réduction potentielle des pièces de rechanges nécessaires dans le cadre de la maintenance, et de l'énergie et des fluides nécessaires..

Lorsque nécessaire, les gains associés à ce type d'impact sont estimés spécifiquement.

5.3 Impacts non quantifiables

Certains impacts de risques (ou d'opportunités dans une moindre mesure) ne peuvent être traduits en impacts financiers dans le cadre de cette analyse. Ceux-ci sont par exemple :

- Les impacts « extrêmes » : Cette catégorie d'impacts regroupe ceux dont les conséquences sont trop importantes pour pouvoir être quantifiées. Par exemple, tous les impacts tels que la remise en cause du projet, ou une modification forte de son périmètre ne peuvent être quantifiés.
- Les impacts « non tangibles ». Cette catégorie d'impacts regroupe ceux dont les conséquences sont intangibles et non mesurables. Par exemple, l'impact médiatique, la perte de confiance des parties prenantes, la non-tenue d'échéances importantes, etc.
- Les impacts en cascade sur les autres parties de l'installation. Cette catégorie d'impacts regroupe ceux dont les conséquences sont difficilement quantifiables principalement compte tenu de la durée du projet. Par exemple la mauvaise conception d'un élément d'une tranche nécessitant sa correction sur les autres tranches (passées et à venir) ou un problème sur une tranche ayant des répercussions sur les tranches passées. Cependant, la prise en compte des périodes d'exploitation (cf 5.1.2) permet la correction partielle de ce phénomène.

5.4 Détermination du niveau de gravité coûts

Le niveau de gravité coûts est déterminé pour chacune des deux périodes temporelles du projet : la tranche 1 puis les tranches ultérieures. Pour chacune d'elles, leur impact coûts maximum, déterminé selon les méthodologies décrites précédemment, est comparé à l'échelle semi-quantitative de gravité coûts présentée au 4.8, afin d'en déduire le niveau de gravité coûts retenu. Si le risque ou l'opportunité est décliné, c'est l'impact de chacune de ses déclinaisons qui est comparé à l'échelle semi-quantitative de gravité coûts.

6. Synthèse de l'exposition du projet aux évènements redoutés

6.1 Portefeuille des risques du projet

Le portefeuille de risques donné en annexe constitue une photographie des risques projet Cigéo à ce jour (cf Annexe 4 :). Chaque fiche de risque, repérée par un numéro unique, décrit pour chacun ses causes et conséquences potentielles pour le projet, ainsi que les hypothèses qui peuvent lui être associées (cf Annexe 6 :).

L'analyse a conduit à l'identification de 35 évènements redoutés pouvant affecter le bon déroulement du projet. Les risques « AVP » sont exclus de ce décompte car non pris en compte en 2014.

Nota : L'Annexe 6 : recense uniquement les risques au statut « Risque 2014 ».

6.2 Origine des évènements redoutés

La répartition ci-dessous représente le pourcentage de nombre de fiches pour chaque type d'évènement redouté.

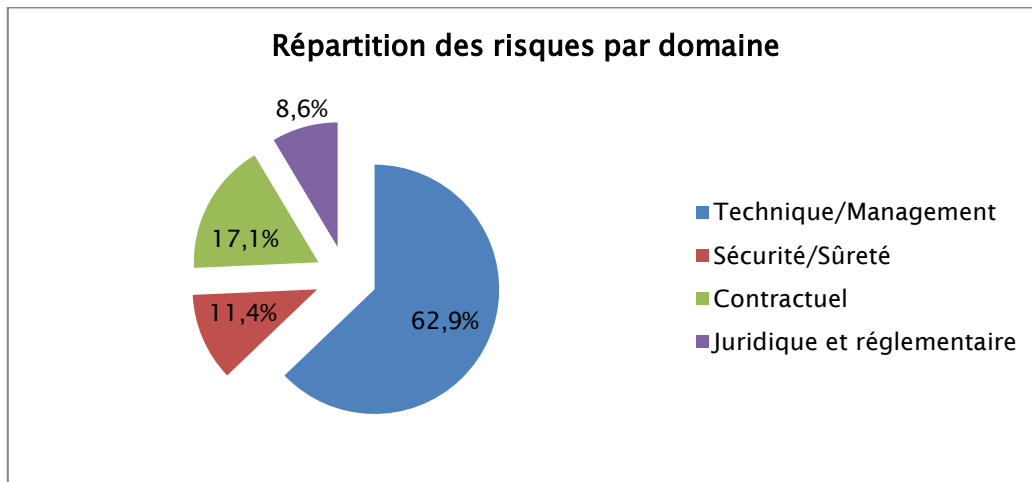


Figure 3 - Répartition des risques par domaine

Ainsi, le principal domaine exposé aux risques est le domaine « Technique/Management », qui représente presque les 2/3 des risques identifiés. Ce résultat est cohérent avec le stade actuel du projet de début d'avant-projet après la phase d'optimisation puisque des risques à dominante technique ont été identifiés en plus des risques plus « projet ». En effet durant cette phase, l'objectif d'optimisation a principalement porté sur des éléments majeurs de l'installation, laissant des incertitudes sur le dimensionnement d'autres éléments de second ordre. Leur précision sera l'un des enjeux de la phase avant-projet.

6.3 Prise en compte des risques

Selon leur nature, tous les risques identifiés ne font pas l'objet d'une quantification en 2014 (cf. § 4.4). La répartition ci-dessous représente le pourcentage de nombre de fiches pour chaque statut de prise en compte en 2014 des événements redoutés :

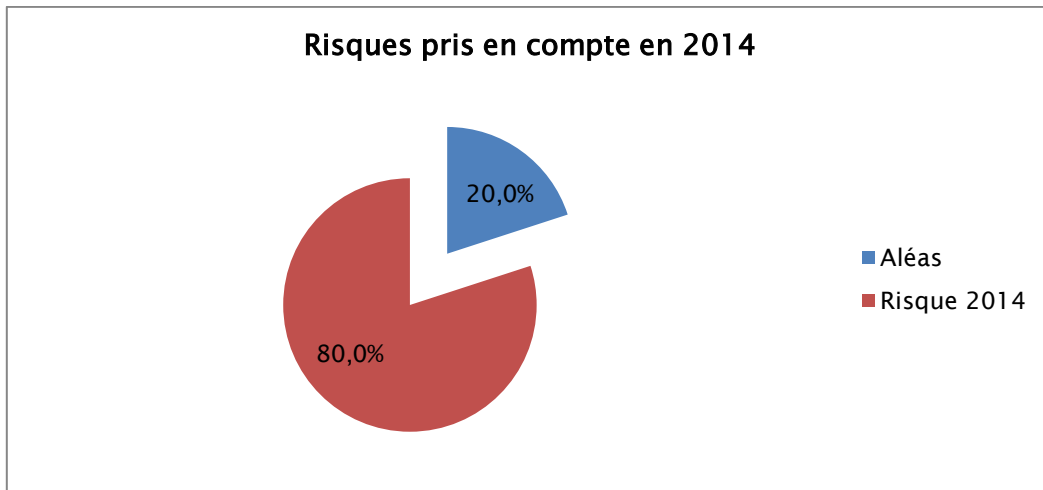


Figure 4 - Prise en compte des risques en 2014

Seuls deux statuts (trois avec les AVP) sont pris en compte en 2014, ceci est dû à la requalification de risques PRE-Cigéo et externe en « AVP » (cf Annexe 6 :). A ce stade, 28 risques sont retenus en tant que risque 2014 et quantifiés.

6.4 Exposition du projet aux évènements redoutés

Suite à cette analyse, aucun risque n'apparaît comme critique (criticité globale > 8). Cependant il convient de nuancer ce résultat au regard des éléments suivants :

- Les risques dont les causes sont majoritairement externes à l'Andra sont exclus du périmètre du chiffrage et donc de la détermination de la criticité.
- Le stade actuel du projet au regard de sa durée rend également la quantification plus difficile car l'exercice porte sur une période dont les plannings et échéanciers sont seulement ébauchés en début de phase Avant-Projet.
- En dernier lieu la formule retenue pour la détermination de la criticité porte un poids égal aux différents impacts coûts, performances et délais, ce qui nivelle les résultats, notamment pour les risques ayant un impact significatif sur une seule composante.

7. Synthèse de l'exposition du projet aux évènements espérés

7.1 Portefeuille des opportunités du projet

Le portefeuille d'opportunités donné en annexe constitue une photographie des opportunités projet à ce jour (cf Annexe 5 :). Chaque fiche d'opportunité, repérée par un numéro unique, décrit pour chacune ses causes et conséquences potentielles pour le projet, ainsi que les hypothèses qui peuvent lui être associées (cf Annexe 7 :).

L'analyse a conduit à l'identification de 26 évènements espérés pouvant affecter le déroulement du projet. Les opportunités « AVP » sont exclues de ce décompte car non prises en compte en 2014. Par ailleurs, un nombre significatif d'opportunités a été inclus dans le chiffrage de base suite aux études d'optimisation menées en 2013-2014.

Nota : L'Annexe 7 : recense les opportunités au statut « Opportunité 2014 », les opportunités PRE-Cigéo ainsi que 2 études de sensibilité au statut PRE-Cigéo.

7.2 Origine des évènements espérés

La répartition ci-dessous représente le pourcentage de nombre de fiches pour chaque type d'évènement espéré.

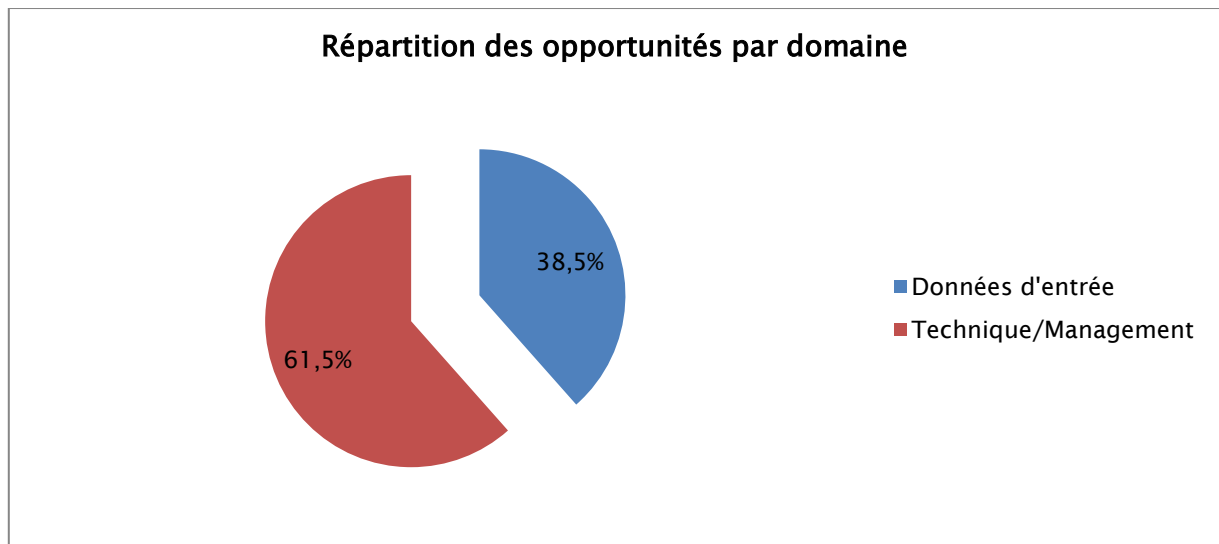


Figure 5 - Répartition des opportunités par domaine

Ainsi, le principal domaine exposé aux opportunités est le domaine « Technique/Management », qui représente majorité des opportunités identifiées. Ce résultat est cohérent avec le stade actuel du projet de début d'avant-projet après la phase d'optimisation. En effet durant cette phase des solutions techniques optimisant la conception ont été retenues, faisant baisser le nombre d'opportunité encore actives.

7.3 Prise en compte des opportunités

Selon leur nature, toutes les opportunités identifiées ne font pas l'objet d'une quantification en 2014 (cf 4.4). La répartition ci-dessous représente le pourcentage de nombre de fiches pour chaque statut de prise en compte en 2014 des évènements espérés.

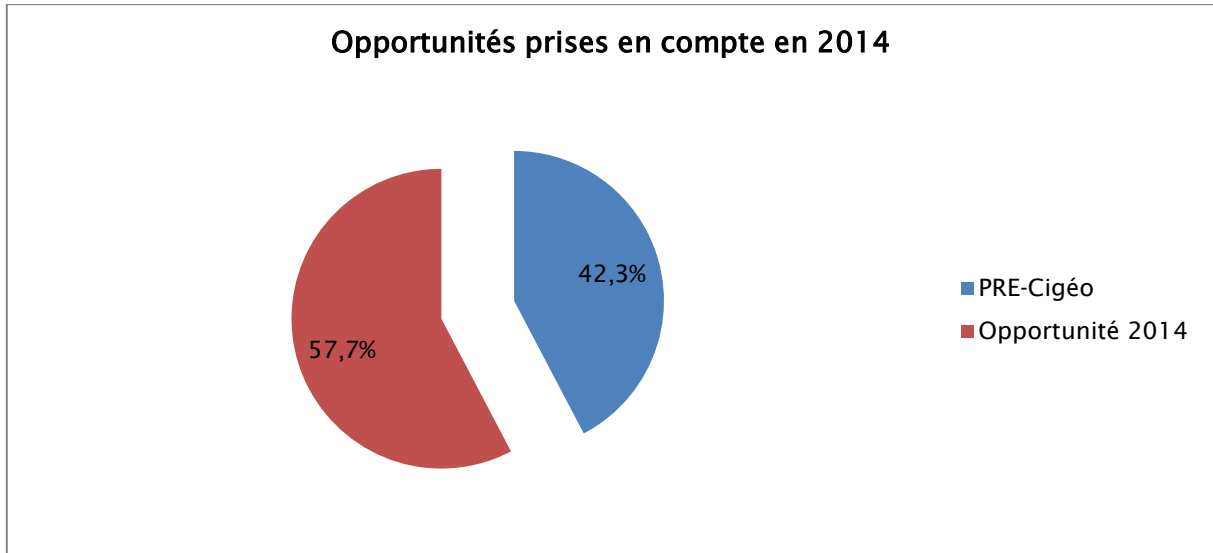


Figure 6 - Prise en compte des opportunités en 2014

Les opportunités au statut « PRE-Cigéo » ne sont pas évaluées dans le chiffrage Andra. A ce stade, 14 opportunités sont retenues en tant qu'opportunités 2014 et quantifiées.

7.4 Exposition du projet aux évènements espérés

Les évènements espérés majeurs du projet, dont l'attrait global est le plus important, sont liées à l'étude du stockage direct de certains colis primaires MAVL, la mise en œuvre au-delà de la phase industrielle pilote d'alvéoles MAVL de plus grande section et l'allongement des alvéoles HA1/2 à 150 m. La confirmation de la faisabilité et la mise en œuvre de ces opportunités nécessitera la poursuite des efforts de R&D et d'essais technologiques.

8. Détermination de la provision pour risques et opportunités

8.1 Construction du modèle R&O de Monte-Carlo sur les coûts bruts du Projet

8.1.1 Logiciel employé

Les calculs sont réalisés à l'aide de l'add-in d'Excel spécialisé ©Crystal Ball d'Oracle. Celui-ci combine les impacts des risques et opportunités retenus sur le coût du projet à travers de nombreux tirages selon la méthode Monte-Carlo. Ce modèle est paramétré pour 50 000 tirages de scénarios

8.1.2 Consolidation des gains et des coûts

En cohérence avec la quantification des R&O (cf 4.6), leur modélisation est structurée sur les deux périodes temporelles suivantes :

- **Construction T1** : Cette phase consolide les impacts des R&O sur la période [2012 – 2034]
- **Tranches ultérieures** : Cette phase consolide les impacts des R&O sur la période [2035 – 2156]. il peut s'agir d'impacts relatifs à :
 - ✓ La construction des Tranches ultérieures ;
 - ✓ La fermeture ou le démantèlement des installations ;
 - ✓ La jouvence des installations ;
 - ✓ L'exploitation des installations.

Les impacts de chaque risque / opportunité déterminés par simulation Monte Carlo sont ensuite ventilés linéairement sur la période active (conception T1 (Obtention du DAC), réalisation T1, TU) du risque ou de l'opportunité.

8.1.3 Construction du modèle de risques

8.1.3.1 Indépendance des évènements redoutés

La construction du modèle de risques se fonde sur l'hypothèse d'une totale indépendance entre les opportunités. Cette hypothèse est vérifiée sur la majorité du portefeuille.

8.1.3.2 Modélisation de la probabilité d'occurrence

L'utilisation de lois de type log normale ou même triangle, implique un bon degré de confiance sur les quantifications retenues. Etant donné le stade actuel du projet au regard de sa durée et afin d'avoir une approche conservatrice sur les risques, les paramètres « probabilité » sont modélisés par des lois uniformes pour chacune des deux périodes temporelles du projet. Les valeurs min et max de la loi uniforme correspondent aux intervalles définis dans la grille de probabilité,

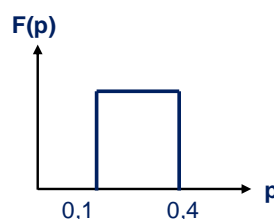


Figure 7 – Modélisation d'une loi uniforme de probabilité pour le niveau 2

8.1.3.3 Modélisation des surcoûts d'investissement sur la Tranche 1 des risques

De façon analogue à la modélisation des probabilités, étant donné le stade actuel du projet au regard de sa durée et afin d'avoir une approche conservatrice sur les risques, les paramètres surcoûts d'investissement T1 des risques restent modélisés par des lois uniformes, dont les valeurs min et max sont renseignées de la façon suivante :

- Le surcoût du risque a été déterminé par combinaisons d'intervalles de valeurs. Dans ce cas,

- ✓ Min = Borne inférieure du surcoût brut d'investissement T1
 - ✓ Max = Borne supérieure du surcoût brut d'investissement T1
- Le surcoût du risque a été déterminé de façon analytique à partir du coût de base du projet. Dans ce cas les valeurs min et max sont renseignées de la manière suivante :
 - ✓ Min = Surcoût brut d'investissement T1 - Incertitudes du poste de coûts correspondant
 - ✓ Max = Surcoût brut d'investissement T1 + Incertitudes du poste de coûts correspondant
 - ✓ Lorsqu'employée, cette information est inscrite dans la fiche R&O correspondante

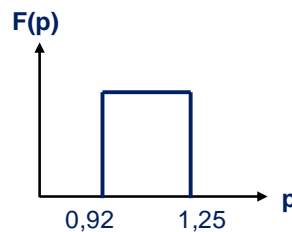


Figure 8 - Modélisation d'une loi uniforme pour un surcoût de 1M€, avec une incertitude de [-8% ; +25%]

8.1.3.4 Modélisation des surcoûts sur les Tranches ultérieures des risques

De façon analogue à la modélisation des surcoûts d'investissement sur la Tranche 1 et étant donné le stade actuel du projet au regard de sa durée, il est peu opportun d'utiliser une loi de modélisation de l'impact sur les tranches ultérieures impliquant un bon degré de confiance sur la quantification.

Ainsi l'impact sur les « Tranches ultérieures » des risques restent modélisés par des lois uniformes. De la même façon, selon le mode d'estimation retenu pour la détermination des impacts, ceux-ci sont modélisés de la façon suivante :

- Le surcoût du risque a été déterminé par combinaisons d'intervalles de valeurs. Dans ce cas :
 - ✓ Min = Borne inférieure du surcoût brut Tu
 - ✓ Max = Borne supérieure du surcoût brut Tu
- Le surcoût du risque a été déterminé de façon analytique à partir du coût de base du projet. Dans ce cas les valeurs min et max sont renseignées de la manière suivante :
 - ✓ Min = Surcoût brut Tu - Incertitudes du poste de coûts correspondant
 - ✓ Max = Surcoût brut Tu + Incertitudes du poste de coûts correspondant

Lorsqu'employée, cette information est inscrite dans la fiche R&O correspondante

8.1.4 Construction du modèle d'opportunités

8.1.4.1 Indépendance des événements espérés

La construction du modèle d'opportunités se base sur l'hypothèse d'une totale indépendance entre les opportunités. Cette hypothèse est vérifiée sur la majorité du portefeuille pris en compte pour l'exercice de chiffre 2014 sur les événements entre eux et sur leur occurrence.

En revanche, certains gains des opportunités peuvent être corrélés entre eux. La prise en compte de cette corrélation dans le modèle nécessiterait un nombre de combinaisons très nombreuses sur les gains rendant le modèle trop complexe à ce stade. Pour s'en affranchir, l'hypothèse simplificatrice présentée dans le paragraphe suivant est retenue.

8.1.4.2 Hypothèse simplificatrice d'indépendance des gains des évènements espérés

• **Hypothèse retenue**

Afin de simplifier les combinatoires sur les cas les plus probables et considérer les opportunités indépendantes, celles-ci sont chiffrées selon des scénarios par probabilités descendantes. Ainsi :

- ✓ Les opportunités les plus probables sont chiffrées par rapport à la configuration de base ;
- ✓ Les opportunités les moins probables sont chiffrées en tenant compte des opportunités les plus probables.

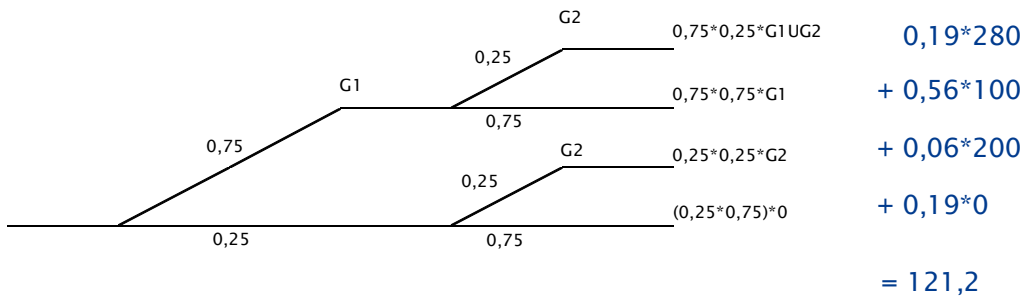
Cette hypothèse permet également d'éviter la surestimation des opportunités les moins probables.

• **Exemple sur un modèle simplifié**

Afin d'illustrer cette hypothèses, l'exemple suivant est pris de deux opportunités indépendantes en terme d'occurrence, mais dont les gains sont corrélés :

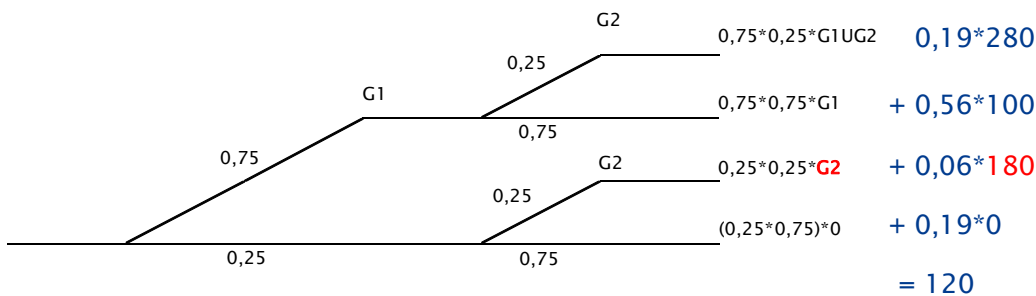
	P	Gains décorrélés	G1 puis G2	G2 puis G1
G1	0,75	100	100	80
G2	0,25	200	180	200

Les combinatoires d'impacts possibles sont les suivantes :



Ainsi l'espérance initiale en tenant compte de toutes les corrélations est de 121.2.

En prenant l'hypothèse simplificatrice ci-dessus, le gain de « G2 » approximé est celui de « G1 puis G2 ». Les combinatoires d'impacts possibles sont alors :



L'espérance simplifiée est équivalente à celle initiale.

8.1.4.3 Modélisation de la probabilité d'occurrence

Bien que les études techniques actuelles permettent d'avoir un bon degré de confiance sur les quantifications des opportunités retenues, une approche conservative reste privilégiée à ce stade pour ce qui est de la probabilité de survenue de l'opportunité.

Comme pour les risques, les paramètres « probabilité » des opportunités sont modélisés par des lois uniformes. Les valeurs min et max de la loi uniforme correspondent aux intervalles définis dans la grille de probabilité.

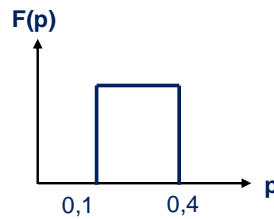


Figure 9 – Modélisation d'une loi uniforme de probabilité pour le niveau 2

8.1.4.4 Modélisation des gains en investissement sur la Tranche 1 des opportunités

Les gains associés aux opportunités restent hypothétiques à ce stade, leur exploitation réelle relèvera des études d'avant-projet.

Ainsi les paramètres « gain en investissement sur la Tranche 1 » des opportunités restent modélisés par des lois uniformes. D'autre part, les gains des opportunités ayant été déterminé de manière analytique, les valeurs min et max sont renseignées de la façon suivante :

- Min = Gain brut T1 - Incertitudes du poste de coûts correspondant ;
- Max : Gain brut T1 + Incertitudes du poste de coûts correspondant.

8.1.4.5 Modélisation des gains sur les Tranches ultérieures des opportunités

De façon similaire aux gains en investissement sur la Tranche 1, les gains associés aux opportunités restent hypothétiques à ce stade, leur exploitation réelle relèvera des études d'avant-projet

Ainsi les paramètres « gain sur les tranches ultérieures » des opportunités restent modélisés par une loi uniforme. Comme pour la Tranche 1, dans le modèle, celles-ci sont renseignés de la manière suivante :

- Min = Gain brut Tu - Incertitudes du poste de coûts correspondant ;
- Max : Gain brut Tu + Incertitudes du poste de coûts correspondant.

8.1.5 Spécificités complémentaires de modélisation

Deux constats complémentaires peuvent être faits quant à la modélisation des évènements redoutés ou espérés transverses à plusieurs tranches :

- L'impact de certains évènements peut être différent si celui-ci se produit en Tranche 1 ou durant les Tranches ultérieures. Dans un tel cas, le modèle de Monte-Carlo est paramétré de la façon suivante :
 - ✓ Si l'évènement s'avère en T1, alors il survient en Tu ;
 - ✓ Si l'évènement ne s'avère pas en T1, son occurrence est testée sur Tu.
- De plus certains impacts en investissement en T1 pourront avoir des impacts en fermeture/démantèlement ou jouvence ou exploitation, consolidés sur Tu. Dans un tel cas, si l'évènement s'avère, le modèle de Monte-Carlo est paramétré de façon à rendre obligatoire les impacts coûts sur les tranches ultérieures. .
- Les opportunités OTM-LT-20.2 : Alvéoles MAVL de grande capacité au-delà de T1 et ODE-LT-03.1 : Stockage direct des CBFC'2 (et avec ODE-LT-03.2 : Stockage direct des C1PG) ont toutes deux un niveau de probabilité de 4 et sont toutes deux dépendantes entre elles en termes de gain. Leur prise en compte est assurée dans le modèle de Monte Carlo via une modélisation spécifique permettant que l'un arrive sans l'autre (ou inversement) ainsi que les deux simultanément. Pour ce faire, un chiffrage spécifique des différents cas a été réalisé : les survenues d'ODE-LT-03.1 et OTM-LT-20.2 seules sont explicitées dans leurs fiches respectives. Le gain en coût de construction post T1 de survenue des deux opportunités simultanément est de 412,7 M€, soit une économie totale (incluant la jouvence, fermeture/démantèlement et le dimensionnement MOA/MOA et conteneurs de stockage) de 594,9 M€.

9. Provision pour aléas de réalisation

9.1 Définition

Les provisions pour aléas de réalisation permettent notamment de prendre en considération des événements qui, tout en étant éventuellement identifiables, ne peuvent être reliés à un scénario qui permettrait la quantification de sa probabilité et de son impact :

- Tout ce qui ne fonctionne pas comme attendu (complications administratives - ex. douanes, attentes au chantier, pertes de productivité liées à des problèmes de co-activité, grèves...);
- les aléas climatiques (fortes intempéries)...

Nota : l'évaluation des aléas de réalisation n'intègre pas d'éventuels aléas relatifs à l'évolution des prix des matières premières/matériels/main d'œuvre.

9.2 Valorisation des aléas

Afin de définir la part d'aléas, l'Andra s'appuie sur des éléments bibliographiques (voir § 4.1) et de retour d'expérience tels que :

- Etude APS d'un concept d'entreposage de longue durée en subsurface (étude Colenco 2002 sous maîtrise d'ouvrage CEA) : 10% d'aléas ;
- Chantier EPR Flamanville 3 : provisions de 10% pour aléas de chantier ;
- Rapport OXAND sur la méthodologie des risques et opportunités : 3% à 6% d'aléas.

La part d'aléas a été revue en cohérence avec les incertitudes retenues et évaluée par sous-système. Les hypothèses retenues sont synthétisées dans le tableau ci-après :

Sous-système	Poste concerné	Part d'aléas		Commentaires
		T1	Tu	
SS1	Equipements mécaniques	0 %	0 %	Les travaux nécessaires à la construction du process nucléaire sont essentiellement constitués par des activités de fourniture et montage, peu soumises aux aléas.
SS2	Génie Civil	0 %	0 %	Aucune part d'aléas n'est retenue sur ce poste car les prix unitaires retenus sont considérés comme incluant une part d'aléas de réalisation.
	Equipements mécaniques	0 %	0 %	Cf SS1
	Electricité/conduite/tuyauterie	0 %	0 %	Cf SS1
	Ventilation	0 %	0 %	Cf SS1
SS3	Tous	[3 - 8] %	[1 - 5] %	La multiplicité des chantiers et des aléas climatiques possibles impliquent la nécessité d'une part d'aléas dans le chiffrage. Une part est retenue pour la totalité des postes de coûts d'investissement de ce sous-système.
SS4	Génie Civil	[3 - 8] %	[1 - 5] %	Le caractère exceptionnel du chantier, ainsi que la prise en compte de certains risques identifiés en aléas (ex : perte matérielle) impliquent la nécessité d'une part d'aléas dans le chiffrage.
	Equipements mécaniques	0 %	0 %	Cf SS1
SS5	Tous	[3 - 8] %	[1 - 5] %	Cf SS3
SS8	Equipements mécaniques	0 %	0 %	Cf SS1

9.3 Modélisation des aléas

A la différence des risques et des opportunités, les aléas ne sont pas considérés comme des événements redoutés/espérés, ainsi aucune modélisation de leur probabilité d'occurrence ne leur est associée.

Cependant, de façon analogue à la modélisation des risques et des opportunités, les paramètres surcoûts d'investissement des aléas sont modélisés par des lois uniformes, dont les valeurs min et max sont précisées dans le tableau au 9.2.

La modélisation des aléas est intégrée à la simulation de Monte-Carlo du chiffrage.

Annexe 1 : Hypothèses d'estimation des frais de personnel

En cohérence avec les éléments du chiffrage 2014 Cigéo, les hypothèses prises en compte pour les estimations de frais de personnels en coûts bruts sont les suivantes :

▪ *Frais de personnel MOA*

- ✓ Frais de personnels MOA/AMOR pour la période « Construction T1 » se déroulant de 2012 à 2034

Le montant retenu pour les frais MOA/AMOR T1 est de 526.9/23/12 soit **1,9 M€/mois**.

- ✓ Frais de personnels MOA pour la période « Réalisation Tu » se déroulant de 2035 à 2156 :

Le montant retenu pour les frais MOA/AMOR Tu est de 440/122/12 soit **0.3 M€/mois**.

▪ *Frais de personnel MOE Conception*

- ✓ Frais de personnels MOE Conception pour la période « Construction T1 » se déroulant de 2012 à 2034

Le poste MOE Conception sur cette période est évalué à 232 M€. Le montant retenu pour les frais de MOE Conception T1 sont de 232/23/12 soit **0.8 M€/mois**.

- ✓ Frais de personnels MOE Conception pour la période « Réalisation Tu » se déroulant de 2035 à 2156

Le poste MOE Conception sur cette période est évalué à 252.6 M€. Le montant retenu pour les frais de MOE Conception Tu est de 251.6/122/12 soit **0.2 M€/mois**.

▪ *Frais de personnel MOE Réalisation*

- ✓ Frais de personnels MOE Réalisation pour la période « Construction T1 » se déroulant de 2012 à 2034

Le poste MOE Conception sur cette période est évalué à 466 M€. Le montant retenu pour les frais de MOE Conception T1 est de 456/23/12 soit **1.7 M€/mois**.

- ✓ Frais de personnels MOE Réalisation pour la période « Réalisation Tu » se déroulant de 2035 à 2156

Le poste MOE Réalisation sur cette période est évalué à 1222 M€. Le montant retenu pour les frais de MOE Réalisation Tu est de 1224/122/12 soit **0.8 M€/mois**.

▪ *Frais de personnel Contractants de Réalisation*

- a) Frais de personnels contractants de réalisation pour la période « Réalisation T1 » se déroulant de 2019 à 2034

En hypothèse, on considère que le coût des contractants de réalisation correspond à 40% du coût des ouvrages T1. Soit sur la période 2019-2034, $3809/16/12 \cdot 0.4$, soit un montant sur la période de **8 M€/mois** environ.

- b) Frais de personnels contractants de réalisation pour la période « Réalisation TU » se déroulant de 2035 à 2156

En hypothèse, on considère que le coût des contractants de réalisation correspond à 40% du coût des ouvrages Tu. Soit sur la période 2035-2156, $8156/122/12 \cdot 0.4$, soit un montant sur la période de **2.2 M€/mois** environ.

c) Frais de personnels contractants de réalisation SS4 pour la période « Réalisation T1 »

Les marchés de travaux relatifs à SS4 sont anticipés par rapport aux autres marchés de réalisation. Certains risques peuvent impacter les contractants de réalisation SS4. De la même façon, en hypothèse, on considère que le coût des contractants de réalisation SS4 correspond à 40% du coût des ouvrages SS4, soit sur la période 2019 - 2034, $1694/16/12 \cdot 0.4$, soit un montant sur la période de **3.5 M€/mois** environ.

Annexe 2 : Hypothèses d'estimation des surcoûts d'exploitation

Les coûts retenus sont ceux associés au chiffreage 2014.

Par hypothèse simplificatrice (Coûts d'exploitation / nombre d'années d'exploitation), les frais d'exploitation annuels Cigéo sont de **72 M€/an** environ.

Cependant, lorsqu'utilisé, ce type d'impact équivaut à un arrêt d'exploitation. Ainsi seuls les coûts fixes associés à un arrêt d'exploitation doivent être pris en compte.

Par hypothèse, le ratio de 2/3 des coûts d'exploitation est retenu pour les coûts fixes d'arrêt d'exploitation, ce qui équivaut à **4 M€/mois** environ.

Annexe 3 : Périodes actives des évènements redoutés et espérés

Thématique	ID	Domaine	Risque	Déclinaison	Date début T1	Date fin T1	Date début Tu	Date fin Tu
MOA - Contractant	RCN-LT-01.2	Contractuel	Contractant ne répondant pas aux besoins de l'Andra	Défaillance d'un contractant majeur d'études	2012	2020	SO	SO
MOA - Contractant	RCN-LT-01.3	Contractuel	Contractant ne répondant pas aux besoins de l'Andra	Défaillance d'un contractant majeur de réalisation	2021	2034	2035	2156
MOA - Contractant	RCN-LT-01.4	Contractuel	Contractant ne répondant pas aux besoins de l'Andra	Défaillance d'un contractant majeur d'exploitation	0	0	2035	2156
MOA - Contractant	RCN-LT-02.1	Contractuel	Recours suite à l'attribution d'un marché	Recours n'aboutissant pas	2012	2034	2035	2156
MOA - Contractant	RCN-LT-02.2	Contractuel	Recours suite à l'attribution d'un marché	Recours qui aboutit	2012	2034	2035	2156
MOA - Réglementaire	RJR-T1-04	Juridique et réglementaire	Obtention tardive des autorisations réglementaires	Sans objet	2012	2034	2035	2156
MOA - Sureté/Sécurité	RSS-LT-05.1	Sûreté / Sécurité	Accident grave de personne en construction ou en exploitation	Accident grave de personne en construction	2021	2034	2035	2156
MOA - Sureté/Sécurité	RSS-LT-05.2	Sûreté / Sécurité	Accident grave de personne en construction ou en exploitation	Accident grave de personne en exploitation	0	0	2035	2156
MOA - Sureté/Sécurité	RSS-LT-07	Sûreté / Sécurité	Incident de sûreté par période d'exploitation	Sans objet	0	0	2035	2156
MOA - Technique/Management	RTM-LT-01	Technique/Management	Remise en cause de certaines parties du projet par les MOE de réalisation de la Tranche 1	Sans objet	2021	2034	SO	SO
MOA - Technique/Management	RTM-LT-02.1	Technique/Management	Difficultés dans la mise en œuvre de l'organisation industrielle d'études ou de réalisation	Difficultés dans la mise en œuvre de l'organisation industrielle en phase Etudes	2012	2020	SO	SO
MOA - Technique/Management	RTM-LT-02.2	Technique/Management	Difficultés dans la mise en œuvre de l'organisation industrielle d'études ou de réalisation	Difficultés dans la mise en œuvre de l'organisation industrielle en phase Réalisation	2021	2034	2035	2156
MOA - Technique/Management	RTM-LT-19	Technique/Management	Retard dans la montée en puissance des équipes d'exploitation durant les essais actifs	Sans objet	2021	2034	SO	SO
MOA - Technique/Management	RTM-LT-23	Technique/Management	Remise en cause de certaines parties du projet par les MOE de réalisation des tranches ultérieures	Sans objet	0	0	2035	2156
Multi-SS	RTM-LT-04	Technique/Management	Equipements réalisés ne satisfaisant pas les besoins en exploitation	Sans objet	2021	2034	SO	SO
Multi-SS	RTM-LT-18	Technique/Management	Mise en place des équipements conventionnels et nucléaires en souterrain plus longue que prévue	Sans objet	2021	2034	2035	2156
SS1	RTM-LT-38	Technique/Management	Non atteinte des performances de confinement statique à l'accostage des hottes	Sans objet	2021	2034	2035	2156

Thématique	ID	Domaine	Risque	Déclinaison	Date début T1	Date fin T1	Date début Tu	Date fin Tu
SS2	RTM-LT-32	Technique/Management	Vide karstique à combler sur EP1	Sans objet	2021	2034	SO	SO
SS2	RTM-LT-35	Technique/Management	Augmentation du dimensionnement du bâtiment EP1 liée à la sectorisation feu et voies d'évacuation	Sans objet	2021	2034	2035	2156
SS2	RTM-LT-36	Technique/Management	Evolution des classes de ventilation	Sans objet	2021	2034	2035	2156
SS2	RTM-LT-45	Technique/Management	Sous dimensionnement de la ventilation EP1	Sans objet	2021	2034	2035	2156
SS3	RTM-LT-33	Technique/Management	Incertitude sur la réutilisation sur zone de la totalité des matériaux issus de la zone descendrière	Sans objet	2021	2034	SO	SO
SS3	RTM-LT-48	Technique/Management	Evolution du volume des verses	Sans objet	2021	2034	2035	2156
SS4	RTM-LT-06	Technique/Management	Temps d'approvisionnement des matériels de creusement plus long que prévu	Sans objet	2021	2034	2035	2156
SS4	RTM-LT-25	Technique/Management	Réduction des cadences de creusement des puits	Sans objet	2021	2034	SO	SO
SS4	RTM-LT-34	Technique/Management	Augmentation du diamètre utile des galeries	Sans objet	2021	2034	2035	2156
SS5	RTM-LT-10	Technique/Management	Allongement/décalage/surcoûts de travaux préparatoires sur le chemin critique	Sans objet	2021	2034	SO	SO
SS7	RTM-LT-50	Technique/Management	Augmentation de l'épaisseur du chemisage HA (Si T1 alors Tu)	Sans objet	2021	2034	2035	2156

Thématique	ID	Domaine	Opportunité	Déclinaison	Date début T1	Date fin T1	Date début Tu	Date fin Tu
MOA	OTM-LT-17.3	Technique/Management	Optimisation du dispositif d'observation / surveillance de l'installation souterraine	Economie sur la jouvence des points de mesure d'observation-surveillance	0	0	2035	2156
PIGD	ODE-LT-03.1	Données d'entrée	Optimisation du PIGD vis-à-vis du stockage de certains colis primaires	Stockage des CBFC'2 sans conteneur de stockage	0	0	2035	2156
SS1	OTM-LT-09.1	Technique/Management	Réutilisation des équipements fond du process MAVL et HA	Réutilisation des équipements fond du process MAVL	0	0	2035	2156
SS2	OTM-LT-07.4	Technique/Management	Optimisation du dimensionnement des zones tampons des INB de surface	Suppression du clavage MAVL	2021	2034	2035	2156
SS2	OTM-LT-128	Technique/Management	Suppression du bloc de déchargement horizontal	Sans objet	0	0	2035	2156
SS2	OTM-LT-132	Technique/Management	Optimisation EP2	Sans objet	0	0	2035	2156
SS2	OTM-LT-25.1	Technique/Management	Optimisation des contrôles de 1er et 2nd niveau	Optimisation du dimensionnement des installations de contrôles de 2nd niveau sur le site Cigéo	2021	2034	2035	2156
SS4	OTM-LT-137.1	Technique/Management	Optimisation du dimensionnement THM zone HA	Optimisation du dimensionnement THM de la zone HA0	2021	2034	2035	2156
SS4	OTM-LT-137.2	Technique/Management	Optimisation du dimensionnement THM zone HA	Optimisation du dimensionnement THM de la zone HA1/2	0	0	2035	2156
SS4	OTM-LT-16.2	Technique/Management	Optimisation des fonctions associées aux LSF	Diminution du nombre de puits travaux par mutualisation des fonctions associées aux LSF : mutualisation puits de retour d'air travaux / puits travaux matériel-matériaux	2021	2034	2035	2156
SS4	OTM-LT-20.2	Technique/Management	Optimisation de la géométrie (forme / section max / longueur / pendage) des alvéoles MAVL	Alvéoles MAVL de grande capacité au-delà de la phase industrielle pilote (>65 m2)	0	0	2035	2156
SS4	OTM-LT-47.2	Technique/Management	Mise en oeuvre d'alvéoles HA1/2 fortement exothermiques plus longues que la référence	Allongement des alvéoles HA1/2 à 150m	0	0	SO	SO
SS4	OTM-LT-50.2	Technique/Management	Augmentation des cadences de creusement MAP / tunnelier (alvéoles / galeries MAVL et HA)	Augmentation supplémentaire des cadences de creusement MAP	2021	2034	2035	2156

Annexe 4 : Liste des risques

LISTE DES RISQUES

Mise à jour de septembre 2014

Date impression : 17/10/2014

Risque AVP

ID	Thème	Risque	Déclinaison de risque	Statut Risque	2014
RCN-LT-03	MOA - Contractant	Non maîtrise de la liberté d'exploitation des technologies nécessaires au projet Cigéo	Sans objet	Ouvert	Risque AVP
RDE-LT-01	MOA - PIGD	Evolution de l'inventaire des déchets à stocker	Sans objet	Ouvert	Risque AVP
RDE-LT-02	MOA - PIGD	Modification de la conception suite à la modification de la chronique de livraison retenue en référence	Sans objet	Ouvert	Risque AVP
RTM-LT-31	MOA - Technique/Management	Augmentation du nombre d'alvéoles MAVL liée aux contraintes de co-stockage	Sans objet	Ouvert	Risque AVP
RTM-LT-08	Multi-SS	Incertitudes liées aux exigences de réversibilité	Sans objet	Ouvert	Risque AVP
RTM-LT-21	Multi-SS	Modification de la conception suite à l'instruction de la DAC	Sans objet	Ouvert	Risque AVP
RTM-LT-52	Multi-SS	Surcoût lié aux opérations de démontage d'équipements dans l'installation nucléaire	Sans objet	Ouvert	Risque AVP
RTM-LT-05.3	SS1	Difficultés techniques lors de la réalisation de certains ouvrages	Equipements des installations	Ouvert	Risque AVP
RTM-LT-24	SS2	Renforcement des dalles de couverture EP1 et EP2	Sans objet	Ouvert	Risque AVP
RTM-LT-05.1	SS4	Difficultés techniques lors de la réalisation de certains ouvrages	Modification des modalités de réalisation des croisements	Ouvert	Risque AVP
RTM-LT-05.2	SS4	Difficultés techniques lors de la réalisation de certains ouvrages	GC souterrain	Ouvert	Risque AVP
RTM-LT-05.4	SS4	Difficultés techniques lors de la réalisation de certains ouvrages	Adaptation du tunnelier pour le creusement dans le COX	Ouvert	Risque AVP
RTM-LT-42	SS4	Modification du dimensionnement de la ventilation des quartiers HA	Sans objet	Ouvert	Risque AVP

Risque 2014

ID	Thème	Risque	Déclinaison de risque	Statut Risque	2014
RCN-LT-01.2	MOA - Contractant	Contractant ne répondant pas aux besoins de l'Andra	Défaillance d'un contractant majeur d'études	Ouvert	Risque 2014
RCN-LT-01.3	MOA - Contractant	Contractant ne répondant pas aux besoins de l'Andra	Défaillance d'un contractant majeur de réalisation	Ouvert	Risque 2014
RCN-LT-01.4	MOA - Contractant	Contractant ne répondant pas aux besoins de l'Andra	Défaillance d'un contractant majeur d'exploitation	Ouvert	Risque 2014
RCN-LT-02.1	MOA - Contractant	Recours suite à l'attribution d'un marché	Recours n'aboutissant pas	Ouvert	Risque 2014
RCN-LT-02.2	MOA - Contractant	Recours suite à l'attribution d'un marché	Recours qui aboutit	Ouvert	Risque 2014
RJR-T1-04	MOA - Réglementaire	Obtention tardive des autorisations réglementaires	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RSS-LT-05.1	MOA - Sureté/Sécurité	Accident grave de personne en construction ou en exploitation	Accident grave de personne en construction	Ouvert	Risque 2014
RSS-LT-05.2	MOA - Sureté/Sécurité	Accident grave de personne en construction ou en exploitation	Accident grave de personne en exploitation	Ouvert	Risque 2014
RSS-LT-07	MOA - Sureté/Sécurité	Incident de sûreté	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-01	MOA - Technique/Management	Remise en cause de certaines parties du projet par les MOE de réalisation de la Tranche 1	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-02.1	MOA - Technique/Management	Difficultés dans la mise en œuvre de l'organisation industrielle d'études ou de réalisation	Difficultés dans la mise en œuvre de l'organisation industrielle en phase Etudes	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-02.2	MOA - Technique/Management	Difficultés dans la mise en œuvre de l'organisation industrielle d'études ou de réalisation	Difficultés dans la mise en œuvre de l'organisation industrielle en phase Réalisation	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-19	MOA - Technique/Management	Retard dans la montée en puissance des équipes d'exploitation durant les essais actifs	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-23	MOA - Technique/Management	Remise en cause de certaines parties du projet par les MOE de réalisation des tranches ultérieures	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-04	Multi-SS	Equipements réalisés ne satisfaisant pas les besoins en exploitation	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-18	Multi-SS	Mise en place des équipements conventionnels et nucléaires en souterrain plus longue que prévue	Sans objet	Ouvert	Risque 2014

Risque 2014

ID	Thème	Risque	Déclinaison de risque	Statut Risque	2014
RTM-LT-38	SS1	Non atteinte des performances de confinement statique à l'accostage des hottes	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-32	SS2	Vide karstique à combler sur EP1	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-35	SS2	Augmentation du dimensionnement du bâtiment EP1 liée à la sectorisation feu et voies d'évacuation	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-36	SS2	Evolution des classes de ventilation	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-45	SS2	Sous dimensionnement de la ventilation EP1	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-33	SS3	Incertitude sur la réutilisation sur zone de la totalité des matériaux issus de la zone descendrière	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-48	SS3	Evolution du volume des verses	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-06	SS4	Temps d'approvisionnement des matériels de creusement plus long que prévu	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-25	SS4	Réduction des cadences de creusement des puits	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-34	SS4	Augmentation du diamètre utile des galeries	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-10	SS5	Allongement/décalage/surcoûts de travaux préparatoires sur le chemin critique	Sans objet	Ouvert	Risque 2014
RTM-LT-50	SS7	Augmentation de l'épaisseur du chemisage HA	Sans objet	Ouvert	Risque 2014

Aléas

ID	Thème	Risque	Déclinaison de risque	Statut Risque	2014
RCN-LT-01.1	MOA - Contractant	Contractant ne répondant pas aux besoins de l'Andra	Contractant mineur ne répondant pas aux besoins de l'Andra	Ouvert	Aléas
RJR-LT-01.1	MOA - Réglementaire	Evolution de la réglementation ou du cadre réglementaire	Evolution mineure de la réglementation ou du cadre réglementaire	Ouvert	Aléas
RJR-LT-02	MOA - Réglementaire	Non-conformité réglementaire	Sans objet	Ouvert	Aléas
RSS-LT-06	MOA - Sureté/Sécurité	Acte de malveillance sur l'installation ou ses utilités externes	Sans objet	Ouvert	Aléas
RTM-LT-15.7	Multi-SS	Perte/indisponibilité matérielle majeure en construction ou exploitation	Perte/indisponibilité matérielle majeure en construction	Ouvert	Aléas
RTM-LT-15.8	Multi-SS	Perte/indisponibilité matérielle majeure en construction ou exploitation	Perte/indisponibilité matérielle majeure en exploitation	Ouvert	Aléas
RTM-LT-46	Multi-SS	Aléas climatique	Sans objet	Ouvert	Aléas

Annexe 5 : Liste des opportunités

LISTE DES OPPORTUNITES

Mise à jour de septembre 2014

Date impression : 17/10/2014

PRE-Cigéo (Etude de sensibilité)

ID	Thème	Opportunité	Déclinaison de l'opportunité	Statut	Chiffrage 2014
ODE-LT-04.5	zPIGD	Modifications majeures du PIGD	Prise en charge des HA à partir de 2095	Ouvert	PRE-Cigéo (Etude de sensibilité)
ODE-LT-04.6	zPIGD	Modifications majeures du PIGD	Fin de prise en charge des colis MAVL en 2085	Ouvert	PRE-Cigéo (Etude de sensibilité)

PRE-Cigéo

ID	Thème	Opportunité	Déclinaison de l'opportunité	Statut	Chiffrage 2014
ODE-LT-02.2	PIGD	Optimisation du PIGD vis-à-vis de la chronique de livraison	Reculer le stockage de certains HA0	Ouvert	PRE-Cigéo
ODE-LT-03.10	PIGD	Optimisation du PIGD vis-à-vis du stockage de certains colis primaires	Stockage direct de colis 500 L MI	Ouvert	PRE-Cigéo
ODE-LT-03.11	PIGD	Optimisation du PIGD vis-à-vis du stockage de certains colis primaires	Stockage direct de colis 870 L	Ouvert	PRE-Cigéo
ODE-LT-03.5	PIGD	Optimisation du PIGD vis-à-vis du stockage de certains colis primaires	Conditionnement des futurs colis EDF 100 en CP similaires aux C1PG	Ouvert	PRE-Cigéo
ODE-LT-03.6	PIGD	Optimisation du PIGD vis-à-vis du stockage de certains colis primaires	Conditionnement des déchets MAVL à venir pour stockage direct	Ouvert	PRE-Cigéo
ODE-LT-04.2	PIGD	Modifications majeures du PIGD	Remplacement des intercalaires HA1/2 par des colis type MAVL 6 (vitrifiés)	Ouvert	PRE-Cigéo
ODE-LT-06	PIGD	Optimisation de la chronique HA1	Sans objet	Ouvert	PRE-Cigéo
OTM-LT-134	SS2	Réduction du nombre de wagons des convois de livraison	Sans objet	Ouvert	PRE-Cigéo
OTM-LT-25.2	SS2	Optimisation des contrôles de 1er et 2nd niveau	Réalisation de contrôles de 2nd niveau chez les Producteurs	Ouvert	PRE-Cigéo
OFI-LT-03.11	SS3	Optimisation de la chronique d'investissement de la Tranche 1	Différer les investissements bâtiment mémoire, bâtiment traitement des verses, bâtiment accueil public et auditorium	Ouvert	PRE-Cigéo
OTM-LT-109.2	SS3	Mutualisation d'installations conventionnelles Andra avec des installations conventionnelles des Producteurs	Mutualisation des bâtiments archives Andra et EDF existant (zone descenderie)	Ouvert	PRE-Cigéo

Opportunité 2014

ID	Thème	Opportunité	Déclinaison de l'opportunité	Statut	Chiffrage 2014
OTM-LT-17.1	MOA	Optimisation du dispositif d'observation / surveillance de l'installation souterraine	Réduction du nombre de points de mesure d'observation-surveillance/Mutualisation avec surveillance réglementaire	Ouvert	Opportunité 2014
OTM-LT-17.3	MOA	Optimisation du dispositif d'observation / surveillance de l'installation souterraine	Economie sur la jouvence des points de mesure d'observation-surveillance	Ouvert	Opportunité 2014
ODE-LT-03.1	PIGD	Optimisation du PIGD vis-à-vis du stockage de certains colis primaires	Stockage des CBFC'2 sans conteneur de stockage	Ouvert	Opportunité 2014
ODE-LT-03.8	PIGD	Optimisation du PIGD vis-à-vis du stockage de certains colis primaires	Stockage direct des colis C1PG et coque béton 500L	Ouvert	Opportunité 2014
OTM-LT-09.1	SS1	Réutilisation des équipements fond du process MAVL et HA	Réutilisation des équipements fond du process MAVL	Ouvert	Opportunité 2014
OTM-LT-07.4	SS2	Optimisation du dimensionnement des zones tampons des INB de surface	Suppression du clavage MAVL	Ouvert	Opportunité 2014
OTM-LT-128	SS2	Suppression du bloc de déchargement horizontal	Sans objet	Ouvert	Opportunité 2014
OTM-LT-132	SS2	Optimisation EP2	Sans objet	Ouvert	Opportunité 2014
OTM-LT-25.1	SS2	Optimisation des contrôles de 2nd niveau	Optimisation du dimensionnement des installations de contrôle de 2nd niveau sur le site Cigéo	Ouvert	Opportunité 2014
OTM-LT-137.1	SS4	Optimisation du dimensionnement THM zone HA	Optimisation du dimensionnement THM de la zone HA0	Ouvert	Opportunité 2014
OTM-LT-137.2	SS4	Optimisation du dimensionnement THM zone HA	Optimisation du dimensionnement THM de la zone HA1/2	Ouvert	Opportunité 2014
OTM-LT-16.2	SS4	Optimisation des fonctions associées aux LSF	Diminution du nombre de puits travaux par mutualisation des fonctions associées aux LSF : mutualisation puits de retour d'air travaux / puits travaux matériel-matériaux	Ouvert	Opportunité 2014
OTM-LT-20.2	SS4	Optimisation de la géométrie (forme / section max / longueur / pendage) des alvéoles MAVL	Alvéoles MAVL de grande capacité au-delà de la phase industrielle pilote (>65 m2)	Ouvert	Opportunité 2014
OTM-LT-47.2	SS4	Mise en oeuvre d'alvéoles HA1/2 fortement exothermiques plus longues que la référence	Allongement des alvéoles HA1/2 à 150m	Ouvert	Opportunité 2014
OTM-LT-50.2	SS4	Augmentation des cadences de creusement MAP / tunnelier (galeries MAVL et HA)	Augmentation supplémentaire des cadences de creusement MAP	Ouvert	Opportunité 2014

AVP

ID	Thème	Opportunité	Déclinaison de l'opportunité	Statut	Chiffrage 2014
OTM-LT-115	MOA	Réintégration de la maîtrise d'œuvre pour les travaux répétitifs (répétition des opérations / apprentissage) (pour les tranches > T1)	Sans objet	Ouvert	AVP
OTM-LT-91	MOA	Concept alternatif d'alvéoles pour certains déchets à faible inventaire et sans possibilité de costockage	Sans objet	Ouvert	AVP
OTM-LT-133	Multi-SS	Optimisation de la jouvence EP1	Sans objet	Ouvert	AVP
ODE-LT-03.2	PIGD	Optimisation du PIGD vis-à-vis du stockage de certains colis primaires	Stockage des CSDC en Colis Primaires	Ouvert	AVP
OTM-LT-123	SS2	Suppression du remplissage dans les colis de stockage (sable)	Sans objet	Ouvert	AVP
OTM-LT-92	SS2	Réduction des hauteurs sous plafond	Sans objet	Ouvert	AVP
OTM-LT-76	SS3	Valorisation d'une partie des matériaux excavés pour réduire l'entreposage des versés	Sans objet	Ouvert	AVP
OTM-LT-85.2	SS3	Recherche de l'optimum durée de vie / jouvence sur bâtiments conventionnels	Faire des bâtiments (conventionnels) regroupés et extensibles (modularité), à étendre/investir au fur et à mesure des besoins	Ouvert	AVP
OTM-LT-95	SS3	Mise en place de plus de fonctions en hauteur (bâtiments plus hauts) pour optimiser les terrassements généraux des bâtiments conventionnels	Sans objet	Ouvert	AVP
OTM-LT-129	SS4	Utilisation d'un revêtement type "tunnelier" pour les GL et GRA	Sans objet	Ouvert	AVP
OTM-LT-131	SS4	Ajustement du diamètre des galeries de retour d'air	Sans objet	Ouvert	AVP
OTM-LT-136	SS4	Optimisation de la ZSL	Sans objet	Ouvert	AVP
OTM-LT-15.1	SS4	Optimisation du diamètre utile des recoupes	Optimisation du diamètre utile des recoupes MAVL	Ouvert	AVP
OTM-LT-15.2	SS4	Optimisation du diamètre utile des recoupes	Optimisation du diamètre utile des recoupes HA	Ouvert	AVP
OTM-LT-20.5	SS4	Optimisation de la géométrie (forme / section max / longueur / pendage) des alvéoles MAVL	Sections de forme non circulaire pour les alvéoles MAVL	Ouvert	AVP
OTM-LT-60	SS4	Optimisation de la distance entre alvéoles MAVL	Sans objet	Ouvert	AVP
OTM-LT-70	SS4	Etude d'optimisation et d'intégration des chambres de montage des tunneliers aux galeries de liaison HA	Sans objet	Ouvert	AVP

AVP

ID	Thème	Opportunité	Déclinaison de l'opportunité	Statut	Chiffrage 2014
OTM-LT-72	SS4	Sections de forme type fer à cheval pour les galeries réalisées à la MAP en intégrant le raccordement de celles-ci avec les ouvrages connectés	Sans objet	Ouvert	AVP
OTM-LT-135	SS7	Réduction de l'épaisseur du surconteneur HA0	Sans objet	Ouvert	AVP

Annexe 6 : Fiches de risques

FICHES DE RISQUES

Mise à jour de septembre 2014

Date impression : 17/10/2014

Identifiant	RCN-LT-01.2
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Contractant
Statut	Ouvert

Contractant ne répondant pas aux besoins de l'Andra

Déclinaison du risque :

Défaillance d'un contractant majeur d'études

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X	X	X	X	X	X	X	X	X

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Modification du libellé. Statut maintenu, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Manque/Perte de compétences chez le contractant et aux différents niveaux de sous-traitance
- Changement de politique commerciale du contractant
- Difficultés à trouver les entreprises avec les compétences nécessaires ou en nombre suffisant
- Evolution de données d'entrée en cours de prestation
- Faillite d'un membre d'un groupement toujours possible

Principaux effets

- Malfaçon, reprises d'études
- Avenants, voire dénonciation du contrat, contentieux
- Impact sur les délais d'études
- Nouvel appel d'offre éventuel
- Décalage du dépôt de la DAC

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	1	0	3	1	1
Tu	0	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Sans objet	3	0

Justification des quantifications

- P(T1)=2 car une défaillance de contractant est toujours possible.
- Risque circonscrit à T1

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)	
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [6 - 12] mois	11,4	22,8	
Construction T1	Personnel MOE Etudes T1	+ [6 - 12] mois	4,8	9,6	
· Les impacts financiers sur les installations sont pris en compte dans RTM-LT-02. · Nouvel appel d'offre éventuel.			Total Constr. T1	16,2	32,4

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Sans objet, pas d'impact sur Tu		0	0
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu		0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu		0	0
Exploitation	Sans objet, pas d'impact sur Tu		0	0

Réurrence 1

Incertitude d'estimation Sans objet

Total Post T1	0	0
Total Exploit.	0	0

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Sourcing auprès des soumissionnaires potentiels	2011	2013		MOA	Terminée
2	Fixer un seuil éliminatoire pour la notation technique des soumissionnaires	2011	2013		MOA	Terminée
3	Etre vigilant sur la partie "organisation et moyens humains" des soumissionnaires	2011	2013		MOA	Terminée
4	Mise en place de Comités de Direction Andra - MOE	2012	2017		MOA/DIP	Terminée
5	Contrôler l'adéquation des ressources des MOE avec leur missions	2012	2017		MOA	Continue
6	Etude de solutions de replis éventuelles avec le MOE-S	2012	2017		MOA/DIP	Continue

Identifiant	RCN-LT-01.3
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Contractant
Statut	Ouvert

Contractant ne répondant pas aux besoins de l'Andra

Déclinaison du risque :

Défaillance d'un contractant majeur de réalisation

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X	X	X	X	X	X	X	X	X

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Modification du libellé, statut maintenu, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE
Principales causes du risque

- Manque/Perte de compétences chez le contractant et aux différents niveaux de sous-traitance
- Changement de politique commerciale du contractant
- Difficultés à trouver les entreprises avec les compétences nécessaires ou en nombre suffisant
- Evolution de données d'entrée en cours de prestation
- Faillite d'un membre d'un groupement toujours possible

Principaux effets

- Malfaçon, reprises d'études, reprises en réalisation
- Avenants, voire dénonciation du contrat, contentieux
- Impact sur les délais d'études, de réalisation
- Nouvel appel d'offre éventuel
- Décalage de la mise en service

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	2	1	3	1	1
Tu	2	2				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	3,5	3,2

Justification des quantifications

- P(T1)=2 car tous les leviers de maîtrise ne sont pas aux mains de l'Andra dans l'organisation de fournisseurs nécessaires au projet. Cependant la méthode de consultation et l'attrait du projet poussent les contractants à s'adapter.
- P(Tu)=2 pour les mêmes raisons

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)	
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [6 - 12] mois	11,4	22,8	
Construction T1	Personnel MOE Réalisation T1	+ [6 - 12] mois	10,2	20,4	
Construction T1	Personnel Contractants Réalisation T1	+ [6 - 12] mois	48	96	
· Les impacts financiers sur les installations sont considérés comme pris en compte dans RTM-LT-02 · Nouvel appel d'offre éventuel			Total Constr. T1	69,6	139,2

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)	
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0	
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0	
Exploitation	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0	
Construction post T1	Personnel MOA/AMOR TU	+ [6 - 12] mois	1,8	3,6	
Construction post T1	Personnel MOE Réalisation TU	+ [6 - 12] mois	4,8	9,6	
Construction post T1	Personnel Contractants Réalisation TU	+ [6 - 12] mois	13,2	26,4	
· Les impacts financiers sur les installations sont pris en compte dans RTM-LT-02. · Nouvel appel d'offre éventuel · Ce risque peut s'avérer sur chacune des périodes d'exploitation du stockage.			Récurrance	7	
Incertitude d'estimation Sans objet			Total Post T1	138,6	277,2
			Total Exploit.	0	0

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Sourcing auprès des soumissionnaires potentiels	2014	2034		MOA/DIP	En cours
2	Etre vigilant sur la partie "organisation et moyens humains" des soumissionnaires	2019	2034		MOA/DIP	Non démarrée
3	Fixer un seuil éliminatoire pour la notation technique des soumissionnaires	2019	2034		MOA	Non démarrée
4	Mise en place de Comités de Direction Andra - Contractant	2019	2034		MOA	Non démarrée
5	Réflexion sur l'allotissement des tranches ultérieures favorisant la concurrence. Ex : Attribuer des lots similaires à des entreprises différentes aux compétences similaires	2019	2034		MOA	Non démarrée

Identifiant	RCN-LT-01.4
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Contractant
Statut	Ouvert

Contractant ne répondant pas aux besoins de l'Andra

Déclinaison du risque :

Défaillance d'un contractant majeur d'exploitation

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Modification du libellé, statut maintenu, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE
Principales causes du risque

- Manque/Perte de compétences chez le contractant et aux différents niveaux de sous-traitance
- Changement de politique commerciale du contractant
- Difficultés à trouver les entreprises avec les compétences nécessaires ou en nombre suffisant
- Faillite toujours possible

Principaux effets

- Malfaçons
- Avenants, voire dénonciation du contrat, contentieux
- Impact sur les délais d'exploitation
- Nouvel appel d'offre éventuel

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	0	0	2	1	1	3
Tu	2	1				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Sans objet	Uniforme	0	3,2

Justification des quantifications

- Risque circonscrit à Tu car la période d'exploitation T1 est négligeable par rapport à celle de Tu
- P(Tu)=2 compte tenu de la durée du projet

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Sans objet	-	0	0
· Négligeables par rapport à Tu		Total Constr. T1	0	0

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Exploitation	Exploitation	+ [3 - 6] mois	12	24
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Construction post T1	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
· Nouvel appel d'offre éventuel · Ce risque peut s'avérer sur chacune des périodes d'exploitation du stockage		Récurrence	7	
Incertitude d'estimation Sans objet		Total Post T1	0	0
		Total Exploit.	84	168

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Préciser l'organisation industrielle	2015	2022		MOA	Non démarrée
2	Sourcing auprès des soumissionnaires potentiels	2022	2034		MOA	Non démarrée
3	Etre vigilant sur la partie "organisation et moyens humains" des soumissionnaires	2022	2034		MOA	Non démarrée
4	Fixer un seuil éliminatoire pour la notation technique des soumissionnaires	2022	2034		MOA	Non démarrée
5	Si nécessaire : Mise en place de Comités de Direction Andra - Contractant	2022	2034		MOA	Non décidée

Identifiant	RCN-LT-02.1
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Contractant
Statut	Ouvert

Recours suite à l'attribution d'un marché
--

Déclinaison du risque :

Recours n'aboutissant pas

Date ouverture	Mai 2014
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X	X	X	X	X	X			X

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- 2013 : Risque avéré pour le début de l'APS
- Fev 2014 : Risque pris en compte au statut Risque 2013
- Mai 2014 : Risque principal décliné, ajout de 2 déclinaisons : Risque qui n'aboutit pas et risque qui aboutit, statut maintenu, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Dépôt d'un recours par un concurrent écarté

Principaux effets

- Retard sur le début du contrat
- Retard sur le début d'une phase

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	3	1	1	1	1	1
Tu	3	2				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	3	3,6

Justification des quantifications

- $P(T1) = P(Tu) = 3$ car le dépôt de recours devient plus fréquent

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014
PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014
Risque 2014
Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [1 - 3] mois	1,9	5,7
Construction T1	Personnel MOE Réalisation T1	+ [1 - 3] mois	1,7	5,1
Construction T1	Personnel Contractants Réalisation T1	+ [1 - 3] mois	8	24
· Le surcoût reflète un retard d'environ 1 mois sur le début de prestations.			Total Constr. T1	11,6
				34,8

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Personnel MOA/AMOR TU	+ [1 - 3] mois	0,3	0,9
Construction post T1	Personnel MOE Etudes TU	+ [1 - 3] mois	0,2	0,6
Construction post T1	Personnel MOE Réalisation TU	+ [1 - 3] mois	0,8	2,4
Construction post T1	Personnel Contractants Réalisation TU	+ [1 - 3] mois	2,2	6,6
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Exploitation	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0

- Le surcoût reflète un retard d'environ 1 mois sur le début de prestations.
- Ce risque peut s'avérer sur chacune des périodes d'exploitation du stockage

Réurrence
7
Incertitude d'estimation

Sans objet

Total Post T1
24,5
73,5
Total Exploit.
0
0
PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Respect strict du processus achat	2011	2034		MOA/SG	Continue
2	Prévoir de la marge sur le planning dans la passation des contrats	2018	2034		MOA/DIP	Non démarrée

Identifiant	RCN-LT-02.2
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Contractant
Statut	Ouvert

Recours suite à l'attribution d'un marché
--

Déclinaison du risque :

Recours qui aboutit

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X	X	X	X	X	X	X	X	X

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque pris en compte au statut Risque 2013
- Mai 2014 : Risque principal décliné, ajout de 2 déclinaisons : Risque qui n'abouti pas et risque qui aboutit, statut maintenu, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Décision conduisant à reprendre la procédure d'appel d'offres

Principaux effets

- Retards dans l'avancement des études, de la réalisation ou de l'exploitation
- Lancement d'un nouvel appel d'offre
- Avenants avec les autres contractants

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	1	2	1	4	1	3
Tu	1	3				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	2,5	2,4

Justification des quantifications

- $P(T1) = P(Tu) = 1$ car le respect strict du processus achat rend ce risque improbable

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014
PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014
Risque 2014
Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [6 - 12] mois	11,4	22,8
Construction T1	Personnel MOE Etudes T1	+ [6 - 12] mois	4,8	9,6
Construction T1	Personnel MOE Réalisation T1	+ [6 - 12] mois	10,2	20,4
Construction T1	Personnel Contractants Réalisation T1	+ [6 - 12] mois	48	96
· Nouvel appel d'offre		Total Constr. T1	74,4	148,8

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Exploitation	Exploitation	+ [3 - 6] mois	12	24
Construction post T1	Personnel MOA/AMOR TU	+ [6 - 12] mois	1,8	3,6
Construction post T1	Personnel MOE Etudes TU	+ [6 - 12] mois	1,2	2,4
Construction post T1	Personnel MOE Réalisation TU	+ [6 - 12] mois	4,8	9,6
Construction post T1	Personnel Contractants Réalisation TU	+ [6 - 12] mois	13,2	26,4

- Nouvel appel d'offre
- Ce risque peut s'avérer sur chacune des périodes d'exploitation du stockage

Récurrance
7
Incertitude d'estimation

Sans objet

Total Post T1
147
294
Total Exploit.
84
168
PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Respect strict du processus achat	2011	2034		MOA/SG	Continue
2	Prévoir de la marge sur le planning dans la passation des contrats	2018	2034		MOA/DIP	Non démarrée

Identifiant	RJR-T1-04
Type Risque	Interne/Externe
Domaine/Thém.	MOA - Réglementaire
Statut	Ouvert

Obtention tardive des autorisations réglementaires

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X	X	X	X	X	X	X	X	X

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Statut maintenu, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE
Principales causes du risque

- Référentiels spécifiques à mettre en place pour Cigéo
- Complexité des procédures
- Demandes possibles de compléments par les autorités
- Demandes complémentaires des évaluateurs d'observations/d'essais avant la mise en service
- Recours juridiques

Principaux effets

- Réalisation d'essais complémentaires
- Retards dans l'obtention des autorisations puis in fine sur la mise en exploitation
- Démobilisation des équipes MOE
- Report des points d'arrêts associés aux tranches ultérieures du stockage

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	2	1	4	1	1
Tu	1	2				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	4	1,8

Justification des quantifications

- P(T1)=2 dû à la nouveauté de cette installation, renforcée par un planning T1 contraint et la complexité des procédures associées
- P(Tu)=1 car les tranches ultérieures ne seront que des extensions de l'installations initiale. Même si leur planning sera certainement moins contraint, ce risque ne peut tout de même pas être écarté à ce stade

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
--	-------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)	
Construction T1	Essais technologiques	+ [1 - 2] * 15M€	15	30	
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [6 - 12] mois	11,4	22,8	
Construction T1	Personnel MOE Etudes T1	+ [6 - 12] mois	4,8	9,6	
Construction T1	Personnel Contractants Réalisation SS4 T1	+ [6 - 12] mois	21	42	
<ul style="list-style-type: none"> · Les impacts sur la conception des installations sont considérés négligeables · Pour T1, le risque porte principalement sur la phase études · Marchés GC SS4 anticipés pour T1 			Total Constr. T1	52,2	104,4

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)	
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0	
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0	
Exploitation	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0	
Construction post T1	Personnel MOA/AMOR TU	+ [3 - 6] mois	0,9	1,8	
Construction post T1	Personnel MOE Réalisation TU	+ [3 - 6] mois	2,4	4,8	
Construction post T1	Personnel Contractants Réalisation TU	+ [3 - 6] mois	6,6	13,2	
<ul style="list-style-type: none"> · Les impacts sur la conception des installations sont considérés négligeables · Risque plus probable sur T1 mais ce risque peut s'avérer sur toutes les périodes d'exploitation du stockage · Pour les tranches ultérieures, le risque porte principalement sur les phases réalisation qui leurs sont associées 			Récurrance	7	
Incertitude d'estimation Sans objet			Total Post T1	69,3	138,6
			Total Exploit.	0	0

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Echanges réguliers en amont avec les administrations	2012	2034		MOA	Continue
2	Suivi du REX d'autres installations	2012	2034		MOA/SG	Continue

Identifiant	RSS-LT-05.1
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Sureté/Sécurité
Statut	Ouvert

Accident grave de personne en construction ou en exploitation

Déclinaison du risque :

Accident grave de personne en construction

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X	X	X	X	X	X			X

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013 (non quantifié)
- Mai 2014 : Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE
Principales causes du risque

- Non-respect des règles de sécurité en construction

Principaux effets

- Impact sur le personnel
- Arrêt temporaire de construction d'une tranche

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	1	2	1	4	4	1
Tu	1	2				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	2,75	2,4

Justification des quantifications

- $P(T1)=P(Tu)=1$ car même si toutes les dispositions SSE sont prises en conception et en construction pour que ce risque n'arrive pas, il ne peut être écarté

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [6 - 12] mois	11,4	22,8
Construction T1	Personnel MOE Réalisation T1	+ [3 - 6] mois	5,1	10,2
Construction T1	Personnel Contractant Réalisation T1	+ [3 - 6] mois	24	48
<ul style="list-style-type: none"> Hypothèse d'un retard dans la construction entre 6 et 12 mois Les retards avec les contractants de réalisation sont estimés à entre 3 et 6 mois de retard 		Total Constr. T1	40,5	81

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Personnel Contractant Réalisation TU	+ [3 - 6] mois	6,6	13,2
Fermeture/Demantèlement	Sans objet	-	0	0
Jouvence	Sans objet	-	0	0
Exploitation	Sans objet	-	0	0
Conception	Personnel MOA/AMOR TU	+ [6 - 12] mois	1,8	3,6
Construction post T1	Personnel MOE Réalisation TU	+ [3 - 6] mois	2,4	4,8
<ul style="list-style-type: none"> Hypothèse d'un retard dans la construction entre 6 et 12 mois Les retards avec les contractants de réalisation sont estimés à entre 3 et 6 mois de retard Ce risque peut s'avérer sur chacune des périodes d'exploitation du stockage. 		Récurrance	7	
Incertitude d'estimation Sans objet		Total Post T1	63	126
		Total Exploit.	0	0

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	CSPS mis en place dès la conception	2012	2034		MOA/DM R	En cours
2	Mise en place d'une organisation adaptée dès la conception : Chaque entreprises intervenante met en place un suivi sécurité en permanence de leur personnel sur site, coordonné par le CSPS	2012	2034		MOA/DM R	En cours
3	Développement des analyses de risques intégrant les facteurs humains et organisationnels	2012	2017		MOA	En cours
4	Mise en place d'un plan de management de la sécurité et adaptation des compétences techniques des salariés sur le site d'exploitation	2025	2034		MOA	Non démarrée

Identifiant	RSS-LT-05.2
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Sureté/Sécurité
Statut	Ouvert

Accident grave de personne en construction ou en exploitation

Déclinaison du risque :

Accident grave de personne en exploitation

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013 (non quantifié)
- Mai 2014 : Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE
Principales causes du risque

- Non-respect des règles de sécurité en exploitation

Principaux effets

- Impact sur le personnel
- Arrêt temporaire de l'exploitation

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	0	0	1	1	4	3
Tu	1	2				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	0	2,2

Justification des quantifications

- $P(Tu)=1$ car même si toutes les dispositions SSE sont prises en conception et en exploitation pour que ce risque n'arrive pas, il ne peut être écarté
- L'ensemble de la phase exploitation est consolidé sur Tu

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	SO	-	0	0
· SO		Total Constr. T1	0	0

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Fermeture/Demantèlement	Sans objet	-	0	0
Exploitation	Exploitation	+ [6 - 12] mois	24	48
Construction post T1	Sans objet	-	0	0
Jouvence	Sans objet	-	0	0

- Hypothèse d'un retard dans l'exploitation entre 6 et 12 mois
- Ce risque peut s'avérer sur chacune des périodes d'exploitation du stockage.

Réurrence	7	
Total Post T1	0	0
Total Exploit.	168	336

Incertitude d'estimation Sans objet

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	CSPS mis en place dès la conception	2012	2034		MOA/DM R	En cours
2	Mise en place d'une organisation adaptée dès la conception : Chaque entreprises intervenante met en place un suivi sécurité en permanence de leur personnel sur site, coordonné par le CSPS	2012	2034		MOA/DM R	En cours
3	Développement des analyses de risques intégrant les facteurs humains et organisationnels	2012	2017		MOA	En cours
4	Mise en place d'un plan de management de la sécurité et adaptation des compétences techniques des salariés sur le site d'exploitation	2025	2034		MOA	Non démarrée

Identifiant	RSS-LT-07
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Sureté/Sécurité
Statut	Ouvert

Incident de sûreté

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2013 : Risque 2013 (non quantifié)
- Mai 2014 : Statut maintenu, risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE
Principales causes du risque

- Incident en zone nucléaire

Principaux effets

- Pas de conséquence environnementale compte tenu des mesures prises à la conception
- Traitement de l'incident de sûreté
- Arrêt temporaire d'exploitation

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	0	0	1	1	2	2
Tu	1	2				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	0	1,6

Justification des quantifications

- $P(Tu)=1$. Le REX montre que des incidents ayant des impacts SSSE (par exemple au niveau 2 de l'échelle INES) peuvent survenir sur la durée d'exploitation d'une installation
- Les mesures prises en conception visent à écarter le risque de survenue d'un accident plus grave (par exemple au niveau 3 ou 4 de l'échelle INES)
- L'ensemble de la phase exploitation est consolidé sur Tu

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
--	-------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	SO	-	0	0
· SO		Total Constr. T1	0	0

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Fermeture/Demantèlement	Non chiffré à ce stade	-	0	0
Exploitation	Exploitation	+ [1 - 3] mois	4	12
Construction post T1	Non chiffré à ce stade	-	0	0
Jouvence	Non chiffré à ce stade	-	0	0

· Ce risque peut s'avérer sur chacune des périodes d'exploitation du stockage.

Réurrence	7	
Total Post T1	0	0
Total Exploit.	28	84

Incertitude d'estimation Sans objet

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Revue lors de la conception	2011	2017		MOA/DIP	En cours
2	Réalisation d'analyses de risques dès la conception	2012	2034		MOA/DM R	En cours
3	Prise en compte du REX des incidents des installations existantes	2012	2017		MOA/DM R	En cours
4	Dépôt et instruction d'un DOS auprès des autorités	2015	2016		MOA	Non démarrée
5	Instruction par l'ASN et l'IRSN	2006	2034		MOA/DM R	Continue
6	Etablissement de RGE	2015	2025		MOA	Non démarrée

Identifiant	RTM-LT-01
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Technique/Management
Statut	Ouvert

Remise en cause de certaines parties du projet par les MOe de réalisation de la Tranche 1

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X	X	X	X	X	X			

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Statut maintenu, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Délai limité laissé au MOe de réalisation pour intégrer l'APD1
- Pas de recouvrement entre les MOe successives

Principaux effets

- Remises en cause tardive de choix de conception
- Augmentation des délais de reprise de développement, retards sur les échéances du projet
- Reconceptions de certaines parties par les MOe de réalisation
- Avenants MOE

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	1	0	2	1	1
Tu	0	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	2,5	0

Justification des quantifications

- P(T1)=2 car les MOE de réalisation sont différentes des MOE de conception. Même si les MOE de réalisation s'engageront sur la conception certaines évolutions dans la réalisation sont à anticiper
- P(Tu)=0, risque inconscrit à T1

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [3 - 6] mois	5,7	11,4
Construction T1	Personnel MOE Réalisation T1	+ [3 - 6] mois	5,1	10,2
Construction T1	Personnel Contractants Réalisation SS4 T1	+ [3 - 6] mois	10,5	21
			Total Constr. T1	42,6

Hypothèses retenues :

- Marchés GC SS4 anticipés pour T1
- Ces études supplémentaires n'induiront pas ou peu de surcoûts sur la future installation réalisée, ni de changements importants dans son exploitation.
- Les évolutions éventuelles résultant de ces études sont considérées comme pris en compte dans les compléments d'estimation

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Exploitation	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Construction post T1	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0

Hypothèses retenues :

- Ces études supplémentaires n'induiront pas ou peu de surcoûts sur la future installation réalisée, ni de changements importants dans son exploitation.
- Les évolutions éventuelles résultant de ces études sont considérées comme pris en compte dans les compléments d'estimation

Récurrance	7	
Total Post T1	0	0
Total Exploit.	0	0

Incertitude d'estimation Sans objet

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Reuves lors de la conception	2011	2017		MOA/DIP	Continue
2	Recouvrement entre MOEs Etudes et MOEs Réalisation assurée par la MOA (action en lien avec la recommandation RCE)	2017	2022		MOA/DIP	Non démarrée
3	Délais d'appropriation suffisant de prise en charge de l'APD par les MOE-R	2018	2022		MOA/DIP	Non démarrée

Identifiant	RTM-LT-02.1
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Technique/Management
Statut	Ouvert

Difficultés dans la mise en œuvre de l'organisation industrielle d'études ou de réalisation

Déclinaison du risque :

Difficultés dans la mise en œuvre de l'organisation industrielle en phase Etudes

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X	X	X	X	X	X	X	X	X

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Statut maintenu, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Organisation/allotissement inadapté, interfaces mal définies

Principaux effets

- Dysfonctionnements avec les MOe/contractant
- Malfaçons, reprises d'études et/ou modifications d'équipements réalisés
- Mauvaise satisfaction des exigences de l'Andra.
- Avenants, voire dénonciation de contrat(s)
- Nouveaux appels d'offres éventuels

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	1	1	0	3	1	1
Tu	0	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	1,5	0

Justification des quantifications

- P(T1)=1 car tous les leviers de maîtrise ne sont pas aux mains de l'Andra dans l'organisation de fournisseurs nécessaires au projet
- Risque circonscrit à T1

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)	
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [6 - 12] mois	11,4	22,8	
Construction T1	Personnel MOE Etudes T1	+ [6 - 12] mois	4,8	9,6	
· Tous les leviers de maîtrise ne sont pas aux mains de l'Andra dans l'organisation de fournisseurs nécessaires au projet.			Total Constr. T1	16,2	32,4

Non quantifié :
 · Non tenue d'échéances projet

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Exploitation	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Sans objet		Réurrence	7	
Incertitude d'estimation Sans objet		Total Post T1	0	0
		Total Exploit.	0	0

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Sourcing auprès des soumissionnaires d'études potentiels	2011	2013		MOA/DIP	Terminée
2	Responsabiliser Gaiya sur la fourniture des MOE-SS	2011	2014		MOA/DIP	Terminée

Identifiant	RTM-LT-02.2
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Technique/Management
Statut	Ouvert

Difficultés dans la mise en œuvre de l'organisation industrielle d'études ou de réalisation

Déclinaison du risque :

Difficultés dans la mise en œuvre de l'organisation industrielle en phase Réalisation

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X	X	X	X	X	X	X	X	X

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Statut maintenu, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Organisation/allotissement inadapté, interfaces mal définies

Principaux effets

- Dysfonctionnements avec les MOe/contractant
- Malfaçons, reprises d'études et/ou modifications d'équipements réalisés
- Mauvaise satisfaction des exigences de l'Andra.
- Avenants, voire dénonciation de contrat(s)
- Nouveaux appels d'offres éventuelles

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	3	1	3	1	1
Tu	1	4				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	4	2

Justification des quantifications

- P(T1)=2 car tous les leviers de maîtrise ne sont pas aux mains de l'Andra dans l'organisation de fournisseurs nécessaires au projet
- P(Tu)=1 car le REX T1 permettra de rendre ce risque moins probable sur Tu

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)	
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [6 - 12] mois	11,4	22,8	
Construction T1	Personnel MOE Réalisation T1	+ [6 - 12] mois	10,2	20,4	
Construction T1	Personnel Contractant Réalisation T1	+ [6 - 12] mois	48	96	
Construction T1	Réalisation T1	+ [1 - 5] %	38,4	191,8	
<ul style="list-style-type: none"> · Tous les leviers de maîtrise ne sont pas aux mains de l'Andra dans l'organisation de fournisseurs nécessaires au projet. · Non tenue d'échéances projet non quantifiable 			Total Constr. T1	108	331

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)	
Construction post T1	Personnel MOE Etudes TU	+ [6 - 12] mois	1,2	2,4	
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0	
Exploitation	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0	
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0	
Construction post T1	Personnel MOA/AMOR TU	+ [6 - 12] mois	1,8	3,6	
Construction post T1	Personnel MOE Réalisation TU	+ [6 - 12] mois	4,8	9,6	
Construction post T1	Personnel Contractants Réalisation TU	+ [6 - 12] mois	13,2	26,4	
Construction post T1	Réalisation TU	+ [1 - 5] % / 7	11,6	58	
<ul style="list-style-type: none"> · Proba réduite du au REX des tranches passées · Ce risque peut s'avérer sur chacune des périodes d'exploitation du stockage · Pas d'impacts pris en compte en exploitation car tâches répétitives et très similaires dans le temps 			Récurrence	7	
Incertitude d'estimation Sans objet			Total Post T1	228,2	700
			Total Exploit.	0	0

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Sourcing auprès des soumissionnaires de réalisation potentiels	2014	2034		MOA/DIP	En cours

Identifiant	RTM-LT-19
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Technique/Management
Statut	Ouvert

Retard dans la montée en puissance des équipes d'exploitation durant les essais actifs

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Statut reconduit, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE
Principales causes du risque

- Retard dans la passation des contrats/dans la formation du personnel d'exploitation
- Longueur de la formation

Principaux effets

- Retard dans la passation de l'installation à l'exploitant
- Réalisation de contrôles/essais en doublons sur l'installation (par différentes équipes)

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	1	0	3	1	4
Tu	0	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Sans objet	4,5	0

Justification des quantifications

- P(T1)=2 (REX d'autres installations)
- Risque circonscrit à T1.

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
--	-------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [6 - 12] mois	11,4	22,8
Construction T1	Personnel MOE Réalisation T1	+ [6 - 12] mois	10,2	20,4
Total Constr. T1			21,6	43,2

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Exploitation	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0

Récurrance 1

Incertitude d'estimation Sans objet

Total Post T1	0	0
Total Exploit.	0	0

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Mise en place d'une représentation de l'exploitation dès la conception	2013	2017		MOA/DI	Continue
2	Caler le planning de montée en puissance des équipes d'exploitation sur le planning de construction	2019	2025		MOA/DI	Non démarrée
3	Anticiper le besoin en financement de l'exploitation	2019	2025		MOA/DP	Non démarrée
4	Anticiper suffisamment la mise en place des équipes d'exploitation	2019	2025		MOA/DI	Non démarrée

Identifiant	RTM-LT-23
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	MOA - Technique/Management
Statut	Ouvert

Remise en cause de certaines parties du projet par les MOe de réalisation des tranches ultérieures

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X	X	X	X	X	X			

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Statut reconduit, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Conception des tranches ultérieures très en amont de leur réalisation

Principaux effets

- Remises en cause de choix de conception
- Reconceptions de certaines parties de l'installation
- Avenants

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	0	0	1	2	1	1
Tu	3	1				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Sans objet	Uniforme	0	3,6

Justification des quantifications

- Risque circonscrit à Tu
- $P(Tu)=3$, car étant donné la longueur du projet certaines évolutions dans la conception des tranches ultérieures sont à anticiper (ex : Evolutions réglementaires possibles ne permettant de justifier les dispositions déjà prises lors de la T1)

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Sans objet	-	0	0
Total Constr. T1			0	0

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Construction post T1	Personnel MOA/AMOR TU	+ [3 - 6] mois	0,9	1,8
Construction post T1	Personnel MOE Etude TU	+ [3 - 6] mois	0,6	1,2
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Exploitation	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0

Hypothèses retenues :

- Ces études supplémentaires n'induiront pas ou peu de surcoûts sur la future installation réalisée, ni de changements importants dans son exploitation.
- Les évolutions éventuelles résultant de ces études sont considérés comme pris en compte dans les compléments d'estimation
- Ce risque peut s'avérer sur chacune des périodes d'exploitation du stockage

Réurrence	7	
Total Post T1	10,5	21
Total Exploit.	0	0

Incertitude d'estimation	Sans objet
---------------------------------	------------

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Reuves lors de la conception	2011	2017		MOA/DIP	En cours
2	Laisser un délai suffisant de prise en charge de la conception par les MOE-R des tranches ultérieures et leur REX	2030	2034		MOA	Non démarrée
3	Imposer que toute demande de modification des MOE-R soit assortie d'une justification de non remise en cause de la sûreté	2030	2034		MOA	Non démarrée

Identifiant	RTM-LT-04
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	Multi-SS
Statut	Ouvert

Equipements réalisés ne satisfaisant pas les besoins en exploitation

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X								

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Transmis sous la forme de RTM-LT-04.1 et RTM-LT-04.2, tous deux au statut Risque 2013
- Mai 2014 : Fusion de ces deux déclinaisons dans ce risque principal, maintien du statut et requantification

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Exploitation de Cigéo sur une très longue durée (avec évolutions réglementaires, évolutions des besoins, évolutions techniques, évolutions des connaissances possibles sur la durée)
- Contraintes économiques (compromis performances - coûts)

Principaux effets

- Flexibilité insuffisante vis-à-vis d'évolutions futures (PIGD,...)
- Incapacité à prendre en charge certains colis des producteurs
- Retard/non tenue des flux de colis à stocker en exploitation
- Arrêt temporaire de l'exploitation/construction pour mise en conformité et surcoûts associés
- Réduction de la durée de vie d'équipements

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	2	1	1	1	3
Tu	0	1				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	3,5	0

Justification des quantifications

- $P(T1) = 2$ dû au caractère novateur de l'installation et de ses équipements. De plus des évolutions du besoin d'exploitation sur la durée du projet restent possibles.
- $P(Tu)=0$, risque spécifique T1, mais impact exploitation considéré sur Tu

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
--	-------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Réalisation T1	+ [1 - 5] %	38,4	191,8
Total Constr. T1			38,4	191,8

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Sans objet	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet	-	0	0
Jouvence	Sans objet	-	0	0
Exploitation	Exploitation	+ [6 - 12] mois	24	48

- Ce risque ne peut s'avérer qu'une fois sur les périodes d'exploitation du stockage
- Impacts en exploitation consolidés pris en compte sur T1 mais consolidés sur Tu

Réccurrence	1	
Total Post T1	0	0
Total Exploit.	24	48

Incertitude d'estimation

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Mise en place d'une représentation de l'exploitant dès la conception	2012	2017		MOA	Continue
2	Renfort de l'équipe "représentation de l'exploitant" pour l'AVP	2014	2017		MOA	En cours
3	Montée en puissance de l'exploitant dès la phase réalisation	2017	2025		MOA	Non démarrée

Identifiant	RTM-LT-18
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	Multi-SS
Statut	Ouvert

Mise en place des équipements conventionnels et nucléaires en souterrain plus longue que prévue

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X	X	X		X				X

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Statut reconduit, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Construction du GC suivie par la mise en place des équipements difficile en souterrain
- Gestion des flux en souterrain plus difficile
- Manque de marges/sous-estimation du planning de réalisation
- Changement potentiel d'entreprise entre deux tranches de construction

Principaux effets

- Décalage de la mise en service de la T1 ou des tranches ultérieures
- Impact réduit sur les équipements
- Blocage éventuel d'exploitation (si retard en construction)

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	2	3	3	1	3
Tu	1	3				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	4,5	2,6

Justification des quantifications

- P(T1)=2 car même si tout sera mis en œuvre en conception pour éviter ce risque, celui-ci reste possible de par la nature non commune des travaux à réaliser (GC souterrain puis équipements nucléaires) qui nécessiteront un apprentissage.
- P(T1)=1 du au REX des tranches passées

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014
PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014
Risque 2014
Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [6 - 12] mois	11,4	22,8
Construction T1	Personnel MOE Réalisation T1	+ [6 - 12] mois	10,2	20,4
Construction T1	Personnel Contractant Réalisation T1	+ [6 - 12] mois	48	96
· Impacts en terme de modifications d'équipements considérées comme négligeables à ce stade			Total Constr. T1	69,6
				139,2

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Personnel MOA/AMOR TU	+ [6 - 12] mois	1,8	3,6
Construction post T1	Personnel MOE Réalisation TU	+ [6 - 12] mois	4,8	9,6
Construction post T1	Personnel Contractant Réalisation TU	+ [6 - 12] mois	13,2	26,4
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Exploitation	Exploitation	+ [6 - 12] mois	24	48
· Délais non réduits du fait des évolutions très probables qui auront lieu entre différentes tranches			Réurrence	7
· Impacts en terme de modifications d'équipements considérées comme négligeables à ce stade			Total Post T1	138,6
· Ce risque peut s'avérer sur chacune des périodes d'exploitation du stockage				277,2
Incertitude d'estimation	Sans objet		Total Exploit.	168
				336

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Inclure des marges dans le planning de réalisation T1	2019	2025		MOA/DIP	Non démarrée
2	Prévoir la possibilité d'augmenter ponctuellement les effectifs/rythmes de travail en réalisation	2019	2034		MOE-R	Non démarrée

Identifiant	RTM-LT-38
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	SS1
Statut	Ouvert

Non atteinte des performances de confinement statique à l'accostage des hottes

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2014
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
		X	X						

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Mai 2014 : Ajout de ce risque

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Linéaire de joints important au regard des emballages
- Forme spécifique de la hotte rendant l'intégration de joints plus difficile
- Pression de contact importante sur les joints

Principaux effets

- Ajout de sas pour chaque accostage
- Adaptation des régimes de ventilation (Augmentation du débit et de la puissance de la ventilation)

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	1	0	1	1	1
Tu	0	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	2	0

Justification des quantifications

- P(T1) = 2 motivée par le linéaire de joint important et de la forme spécifique de la hotte rendant l'intégration de joints plus difficile
- Risque circonscrit à T1

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
--	-------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Dimensionnement MOE SS2 T1	20 %	3,6	3,6
Construction T1	Cf hypothèses	-	17,8	17,8
<ul style="list-style-type: none"> Hypothèse : +7m sur la longueur de EP1 soit 13 000 m3 de volume EP1 supplémentaire Pas d'impact sur le dimensionnement MOA/AMOR T1 		Total Constr. T1	21,4	21,4

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Dimensionnement MOE SS2 Tu	20 %	2,3	2,3
Construction post T1	Dimensionnement MOA/AMOR Tu	3,5 %	0,4	0,4
Exploitation	Fiscalité	1,65%/an	20,8	20,8
Construction post T1	Sans objet	-	0	0
Fermeture/Démantèlement	Cf hypothèses	-	1,8	1,8
Jouence	Cf hypothèses	-	9,8	9,8
Exploitation	Sans objet	-	0	0
<ul style="list-style-type: none"> Risque sans objet sur Tu, cependant les coûts de jouence et fermeture/démantèlement sont consolidés sur Tu Impacts fiscalité consolidés sur Tu = 1,65%/an du surcoût T1. La durée d'exploitation d'EP1 considérée est 2099-2029+1 = 71 ans. 		Récurrance	1	
		Total Post T1	14,3	14,3
		Total Exploit.	20,8	20,8

Incertitude d'estimation

Incertitudes équipements mécaniques SS1 : [-20;+20]%

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Programme d'essai de qualification de l'atteinte de l'objectif	2017	2018		MOE-SS1	Non démarrée
2	Essai à pleine échelle	2017	2020		MOE-SS1	Non démarrée

Identifiant	RTM-LT-32
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	SS2
Statut	Ouvert

Vide karstique à combler sur EP1

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	/
Date cloture	

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
			X						

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Mai 2014 : Ajout de ce risque

IDENTIFICATION DU RISQUE
Principales causes du risque

- Calcaires du Barois en surface

Principaux effets

- Comblement du vide
- Drainages provisoires durant le chantier
- Cuvelage du bâtiment EP1

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	1	1	0	1	1	1
Tu	0	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	SO	1	0

Justification des quantifications

- P(T1) = 1 car les nombreuses reconnaissances faites sur le terrain rendent ce risque improbable.
- Risque circonscrit à EP1

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
--	-------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)	
Construction T1	Dimensionnement MOE SS2 T1	20 %	7,5	7,5	
Construction T1	Cf hypothèses	-	37,5	37,5	
· Hypothèse de chiffrage : Utilisation d'un matériau de comblement équivalent à 75 000 m3 de béton de comblement (correspondant environ à 1/3 de la surface du bâtiment EP1 x une profondeur de 5 m) · Pas d'impact sur le dimensionnement MOA/AMOR T1			Total Constr. T1	45	45

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Sans objet	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet	-	0	0
Jouvence	Sans objet	-	0	0
Exploitation	Fiscalité	1,65%/an	43,9	43,9

· Impacts fiscalité consolidés sur Tu = 1,65%/an du surcoût T1. La durée d'exploitation d'EP1 considérée est 2099-2029+1 = 71 ans.

Incertitude d'estimation Incertitudes GC Bâtiments nucléaires : [-37,5 ; +25]%

Récurrance	1	
Total Post T1	0	0
Total Exploit.	43,9	43,9

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Etude géotechnique pour implantation EP1	2014	2015		MOA/DIP	Non démarrée

Identifiant	RTM-LT-35
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	SS2
Statut	Ouvert

Augmentation du dimensionnement du bâtiment EP1 liée à la sectorisation feu et voies d'évacuation

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2014
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
			X						

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Mai 2014 : Ajout de ce risque

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- · Suite à la reconception d'EP1, les voies de secours/évacuation n'ont pas fait l'objet d'étude détaillée à ce stade

Principaux effets

- Augmentation de la taille du bâtiment

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	2	0	1	1	1
Tu	0	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	SO	2,5	0

Justification des quantifications

- $P(T1) = 2$ à ce stade des études et de la reconception d'EP1
- Risque circonscrit à EP1

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Dimensionnement MOE SS2 T1	20 %	19,4	19,4
Construction T1	Cf hypothèses		96,8	96,8
<ul style="list-style-type: none"> Hypothèse : +10% du volume de bâtiment soit 705241*10% = 70524 m3 Pas d'impact sur le dimensionnement MOA/AMOR T1 		Total Constr. T1	116,2	116,2

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Dimensionnement MOE-R SS2 Tu	20 %	12,6	12,6
Construction post T1	Dimensionnement MOA/AMOR Tu	3,5 %	2,2	2,2
Exploitation	Fiscalité	1,65%/an	113,4	113,4
Construction post T1	Dimensionnement MOE-C SS2 Tu	2 %	1,3	1,3
Construction post T1	Sans objet	-	0	0
Fermeture/Démantèlement	Cf hypothèses	-	9,7	9,7
Jouvence	Cf hypothèses	-	53,2	53,2
Exploitation	Sans objet	-	0	0
<ul style="list-style-type: none"> Risque sans objet sur Tu, cependant les coûts de jouvence et fermeture/démantèlement sont consolidés sur Tu Impacts fiscalité consolidés sur Tu = 1,65%/an du surcoût T1. La durée d'exploitation d'EP1 considérée est 2099-2029+1 = 71 ans. 		Récurrance	1	
		Total Post T1	79	79
		Total Exploit.	113,4	113,4

Incertitude d'estimation

Incertitudes GC Bâtiments nucléaires : [-37,5 ; +25]%

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Reprise de l'étude préliminaire de sûreté suite à la reconception d'EP1	2014	2015		MOE-SS2	En cours
2	Analyse de risques en phase APS	2015	2015		MOA	Non démarrée

Identifiant	RTM-LT-36
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	SS2
Statut	Ouvert

Evolution des classes de ventilation

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2014
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
			X						

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Mai 2014 : Ajout de ce risque

IDENTIFICATION DU RISQUE
Principales causes du risque

- Suite à la reconception d'EP1, le zonage n'a pas fait l'objet d'étude détaillée à ce stade

Principaux effets

- Ajout de sas et/ou autres dispositions complémentaires de confinement

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	1	0	1	1	1
Tu	0	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	SO	2	0

Justification des quantifications

- $P(T1) = 2$ à ce stade des études et de la reconception d'EP1
- Risque circonscrit à EP1

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
--	-------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Dimensionnement MOE SS2 T1	20 %	9,7	9,7
Construction T1	Cf hypothèses	-	48,4	48,4
· Hypothèse : +5% du volume de bâtiment soit 705241*5%				
· Pas d'impact sur le dimensionnement MOA/AMOR T1				
Total Constr. T1			58,1	58,1

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Dimensionnement MOA/AMOR Tu	3,5 %	1,1	1,1
Exploitation	Fiscalité	1,65%/an	56,7	56,7
Construction post T1	Dimensionnement MOE-C SS2 Tu	2 %	0,6	0,6
Construction post T1	Dimensionnement MOE-R SS2 Tu	20 %	6,3	6,3
Fermeture/Demantèlement	Cf hypothèses	-	4,8	4,8
Jouvence	Cf hypothèses	-	26,6	26,6
Exploitation	Sans objet	-	0	0
· Risque sans objet sur Tu, cependant les coûts de jouvence et fermeture/démantèlement sont consolidés sur Tu				
· Impacts fiscalité consolidés sur Tu = 1,65%/an du surcoût T1. La durée d'exploitation d'EPI considérée est 2099-2029+1 = 71 ans.				
		Réurrence	1	
Total Post T1			39,4	39,4
Total Exploit.			56,7	56,7

Incertitude d'estimation

Incertitudes ventilation nucléaire [-32,1 ; +0]%

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Reprise de l'étude préliminaire de sûreté suite à la reconception d'EPI	2014	2015		MOE-SS2	En cours
2	Analyse de risques en phase APS	2015	2015		MOA	Non démarrée

Identifiant	RTM-LT-45
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	SS2
Statut	Ouvert

Sous dimensionnement de la ventilation EP1

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2014
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
			X						

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Mai 2014 : Ajout de ce risque

IDENTIFICATION DU RISQUE
Principales causes du risque

- Suite à la reconception d'EP1, le dimensionnement de la ventilation n'a pas fait fait l'objet d'études détaillées à ce stade

Principaux effets

- Augmentation des surfaces dédiées à la VN

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	1	0	1	1	1
Tu	0	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
		2	0

Justification des quantifications

- $P(T1) = 2$ à ce stade des études et de la reconception d'EP1
- Risque circonscrit à EP1

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)	
Construction T1	Dimensionnement MOE SS2 T1	20 %	4	4	
Construction T1	Cf hypothèses	-	19,8	19,8	
<ul style="list-style-type: none"> · 20% de la surface de ventilation nucléaire, soit + 1200m² sur deux niveaux soit 1200*(2*2) =14 400m³ · Pas d'impact sur le dimensionnement MOA/AMOR T1 			Total Constr. T1	23,8	23,8

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Dimensionnement MOE-R SS2 Tu	20 %	2,6	2,6
Construction post T1	Dimensionnement MOA/AMORTu	3,5 %	0,4	0,4
Exploitation	Fiscalité	1,65%/an	23,2	23,2
Construction post T1	Dimensionnement MOE-C SS2 Tu	2 %	0,3	0,3
Construction post T1	Sans objet	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Cf hypothèses	-	2	2
Jouvence	Cf hypothèses	-	10,9	10,9
Exploitation	Sans objet	-	0	0

· Risque sans objet sur Tu, cependant les coûts de jouvence et fermeture/démentèlement sont consolidés sur Tu
 · Impacts fiscalité consolidés sur Tu = 1,65%/an du surcoût T1. La durée d'exploitation d'EPI considérée est 2099-2029+1 = 71 ans.

Réurrence		1
Total Post T1	16,2	16,2
Total Exploit.	23,2	23,2

Incertitude d'estimation Incertitudes ventilation nucléaire [-32,1 ; +0]%

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Etude de conception de la ventilation en APS	2014	2015		MOE-SS2	En cours

Identifiant	RTM-LT-33
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	SS3
Statut	Ouvert

Incertitude sur la réutilisation sur zone de la totalité des matériaux issus de la zone descendrière

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2014
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
			X	X					

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Mai 2014 : Ajout de ce risque

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Réutilisation de certains matériaux non acquise

Principaux effets

- Coût de transport complémentaire

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	3	1	0	1	1	1
Tu	0	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	SO	3	0

Justification des quantifications

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
--	-------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Cf hypothèses	-	2,2	2,2
· Ecart d'environ 1 000 000 m3 entre déblais et remblais · hypothèse de 50% de réutilisation sur site descenderie et transport des 500 000 m3 restant		Total Constr. T1	2,2	2,2

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Sans objet	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet	-	0	0
Jouvence	Sans objet	-	0	0
Exploitation	Sans objet	-	0	0

· SO

Récurrance 1

Incertitude d'estimation Incertitudes Terrassement, VRD, Verses : [-15;+15]%

Total Post T1	0	0
Total Exploit.	0	0

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Précision en AVP	2014	2017		MOE-SS3	En cours

Identifiant	RTM-LT-48
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	SS3
Statut	Ouvert

Evolution du volume des verses

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2014
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
				X					

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Mai 2014 : Ajout de ce risque

IDENTIFICATION DU RISQUE
Principales causes du risque

- Coefficient de foisonnement sous-estimé au stade de l'esquisse au regard du REX LS

Principaux effets

- Augmentation du volume des verses, à volume de déblais donné

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	3	1	0	1	1	1
Tu	3	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme		3	1,8

Justification des quantifications

- $P(T1) = P(Tu) = 3$ (REX LS, travail d'optimisation du volume de déblais à poursuivre)

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Cf hypothèses	-	14,6	14,6
<ul style="list-style-type: none"> - Evolution du coefficient de foisonnement - Base : 1,2 - Risque 1,6 		Total Constr. T1	14,6	14,6

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Cf hypothèses	-	43,9	43,9
Fermeture/Demantèlement	Sans objet	-	0	0
Jouvence	Sans objet	-	0	0
Exploitation	Sans objet	-	0	0
<ul style="list-style-type: none"> - Evolution du coefficient de foisonnement - Base : 1,2 - Risque 1,6 - Volume de remblais supplémentaire total : 3 322 240 m3 (sur la base du dimensionnement Japs03b) - Ce risque ne peut s'avérer qu'une fois sur les périodes d'exploitation du stockage 		Récurrance	1	
Incertitude d'estimation		Incertitudes Terrassement, VRD, Verses : [-15;+15]%		
		Total Post T1	43,9	43,9
		Total Exploit.	0	0

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Précision en AVP	2014	2017		MOE-SS3	En cours
2	Poursuite de l'optimisation du volume déblais	2014	2017		MOE-SS4	En cours

Identifiant	RTM-LT-06
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	SS4
Statut	Ouvert

Temps d'approvisionnement des matériels de creusement plus long que prévu

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
					X				

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Statut reconduit, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Disponibilité des moyens de creusement pour Cigéo (MAP pour les alvéoles et tunnelier pour les galeries)
- Disponibilité des fournisseurs de tunnelier
- Complexité du tunnelier

Principaux effets

- Retard sur le début du creusement

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	1	1	2	1	1
Tu	1	1				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	2,5	1,2

Justification des quantifications

- P(T1)=2 car nombre limité de constructeurs de tunneliers sur le marché
- P(Tu)=1 car même si le planning de construction de T1 reste à priori plus tendu que celui des tranches ultérieures, le besoin en moyens de creusement restera un point sensible

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [3 - 6] mois	5,7	11,4
Construction T1	Personnel MOE Réalisation T1	+ [3 - 6] mois	5,1	10,2
Construction T1	Personnel Contractants Réalisation SS4 T1	+ [3 - 6] mois	10,5	21
· Marchés GC SS4 anticipés pour T1				
		Total Constr. T1	21,3	42,6

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Exploitation	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Construction post T1	Personnel MOA/AMOR TU	+ [1 - 3] mois	0,3	0,9
Construction post T1	Personnel MOE Réalisation TU	+ [1 - 3] mois	0,8	2,4
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0

- Même si le planning de construction de T1 reste à priori plus tendu que celui des tranches ultérieures, le besoin en moyens de creusement restera un point sensible
- Ce risque peut s'avérer sur chacune des périodes d'exploitation du stockage

Réurrence	7	
Total Post T1	7,7	23,1
Total Exploit.	0	0

Incertitude d'estimation Sans objet

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Lissage du PIGD (pour suppression du pic de besoin en nombre de MAP)	2012	2013		Prod.	Terminée
2	Veille sur les capacités des constructeurs (MAP, tunneliers) et entreprises de travaux à être disponibles pour Cigéo	2014	2019		SS4	En cours

Identifiant	RTM-LT-25
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	SS4
Statut	Ouvert

Réduction des cadences de creusement des puits

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
					X				

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Statut maintenu, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Surestimation éventuelle des cadences envisagées au stade esquisse
- REX CMHM
- Méthodes de creusement potentiellement différentes selon le diamètre des puits considérés
- Durée retenue en esquisse de 2 ans, coût de 50 M€/puits

Principaux effets

- Durée de creusement d'un puits augmentée d'un an

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	2	0	1	1	1
Tu	0	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Sans objet	2,5	0

Justification des quantifications

- P(T1)=2 car cadences en esquisse probablement trop optimistes, renforcée par une incertitude sur les machines de creusement effectivement déployées.
- Risque circonscrit à T1.

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Allongement durée de creusement des 5 puits	+ 12 mois	26,5	26,5
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [6 - 12] mois	11,4	22,8
Construction T1	Personnel MOE Réalisation T1	+ [6 - 12] mois	10,2	20,4
Construction T1	Personnel Contractants Réalisation SS4 T1	+ [6 - 12] mois	21	42

- Prise en compte d'une augmentation du cout des puits de 20%
- Mobilisation supplémentaire de personnel
- Pas d'impact sur le planning général du projet

Total Constr. T1	69,1	111,7
-------------------------	-------------	--------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Sans objet	-	0	0
Jouvence	Sans objet	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet	-	0	0
Exploitation	Sans objet	-	0	0

- SO

Récurrance 1

Incertitude d'estimation

Incertitudes GC Puits équipés : [-10;+10]%

Total Post T1	0	0
Total Exploit.	0	0

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Point à approfondir en AVP	2014	2017		MOE-SS4	En cours
2	Expertises complémentaires	2014	2015		MOA/DIP	En cours

Identifiant	RTM-LT-34
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	SS4
Statut	Ouvert

Augmentation du diamètre utile des galeries

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2014
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
					X				

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Mai 2014 : Ajout de ce risque

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- L'intégration des réseaux n'a pas fait l'objet d'études détaillées à ce stade

Principaux effets

- Augmentation du diamètre utile des galeries

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	1	1	1	1	1
Tu	2	1				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	2	2

Justification des quantifications

- $P(T1) = P(Tu) = 2$ à ce stade des études

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
--	-------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Dimensionnement MOE SS4 T1	11 %	3,4	3,4
Construction T1	Cf hypothèses	-	31,2	31,2
Total Constr. T1			34,6	34,6

- Hypothèse : +10% du volume excavé total des galeries, soit 873000 m3 excavés *10% =87300m3
- 714€/m3 excavé (coût moyen ouvrages concernés)
- Cette hypothèse équivaut à un passage d'un diamètre excavé de 9 m à 9,5 m sur 12 km de galeries au total
- Pas d'impact sur le dimensionnement MOA/AMOR T1

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Dimensionnement MOE-R SS4 Tu	8 %	2,9	2,9
Construction post T1	Dimensionnement MOA/AMOR Tu	3,5 %	1,3	1,3
Construction post T1	Dimensionnement MOE-C SS4 Tu	2 %	0,7	0,7
Construction post T1	Cf hypothèses	-	31,2	31,2
Fermeture/Demantèlement	Cf hypothèses	-	4,8	4,8
Jouvence	Sans objet	-	0	0
Exploitation	Sans objet	-	0	0

- Hypothèse : +10% du volume excavé total des galeries, soit 873000m3 excavés *10% =87300m3
- 714€/m3 excavés (cout moyen ouvrages concernés)
- Cette hypothèse équivaut à un passage d'un diamètre excavé de 9 m à 9,5 m sur 12 km de galeries au total
- Ce risque ne peut s'avérer qu'une seule fois sur les périodes d'exploitation du stockage

Récurrance	1
Total Post T1	40,9

Incertitude d'estimation

Incertitudes GC galeries MAVL : [-10;+10]%

Total Exploit.	0	0
-----------------------	----------	----------

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Point à approfondir en AVP	2014	2017		MOE-SS4	En cours

Identifiant	RTM-LT-10
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	SS5
Statut	Ouvert

Allongement/décalage/surcoûts de travaux préparatoires sur le chemin critique

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2013
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
	X				X	X			

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Fev 2014 : Risque 2013
- Mai 2014 : Statut reconduit, Risque 2014

IDENTIFICATION DU RISQUE

Principales causes du risque

- Obtention des autorisations administratives

Principaux effets

- Décalage du début des creusements des LSF
- In fine décalage de la mise en exploitation de l'installation

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	1	0	1	1	1
Tu	0	0				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	SO	2	0

Justification des quantifications

- P(T1)=2 à ce stade
- Risque circonscrit à T1.

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
---	--------------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Personnel MOA/AMOR T1	+ [1 - 3] mois	1,9	5,7
Construction T1	Personnel MOE Etudes T1	+ [1 - 3] mois	0,8	2,4
Construction T1	Personnel Contractants Réalisation T1	+ [1 - 3] mois	8	24
· Les travaux préparatoires sont pilotés par la MOE Etudes T1				
			Total Constr. T1	10,7
				32,1

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Jouvence	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Fermeture/Demantèlement	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Exploitation	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0
Construction post T1	Sans objet, pas d'impact sur Tu	-	0	0

Récurrance 1

Incertitude d'estimation Sans objet

Total Post T1	0	0
Total Exploit.	0	0

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Mise en place d'un Responsable "Aménagements préliminaires" au sein de la MOA	2013	2013		MOA/DIP	Terminée
2	Suivi du planning des travaux préliminaires	2014	2014		MOA/DIP	En cours

Identifiant	RTM-LT-50
Type Risque	Interne
Domaine/Thém.	SS7
Statut	Ouvert

Augmentation de l'épaisseur du chemisage HA
--

Déclinaison du risque :

Sans objet

Date ouverture	2014
Date cloture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
					X			X	

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE DE RISQUE

- Mai 2014 : Ajout de ce risque

IDENTIFICATION DU RISQUE
Principales causes du risque

- Incertitudes sur l'évolution des vitesses de corrosion

Principaux effets

- Augmentation de l'épaisseur du chemisage HA

QUANTIFICATION DU RISQUE

Tranches	Probabilité	Gravité Coûts	Gravité Coûts Exploitation	Gravité Retard 1er colis	Gravité Impact SSSE	Gravité Exploitation
T1	2	1	1	1	1	1
Tu	2	3				

Loi de probabilité T1	Loi de probabilité Tu	Criticité T1	Criticité Tu
Uniforme	Uniforme	2	2,8

Justification des quantifications

- $P(T1) = P(Tu) = 2$ Un épaissement du chemisage ne peut être exclu à ce stade des études

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014	Risque 2014
--	-------------

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranche n°1

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini T1 (M€)	Surcoût Maxi T1 (M€)
Construction T1	Dimensionnement MOE SS4 T1	11 %	0,5	0,5
Construction T1	Cf hypothèses	-	4,9	4,9
· Hypothèse : Coût du chemisage : 5357 €/ml x (35mm/25mm) = 7500 €/ml, soit un surcoût de 2130 €/ml · Pas d'impact sur le dimensionnement MOA/AMOR T1		Total Constr. T1	5,4	5,4

Hypothèses / Scénarii d'estimation - Tranches Ultérieures (Tu)

Type	Paramètre de quantification	Intervalle/Taux	Surcoût Mini Tx (M€)	Surcoût Maxi Tx (M€)
Construction post T1	Dimensionnement MOE-R SS4 Tu	8 %	25,7	25,7
Construction post T1	Dimensionnement MOA/AMOR Tu	3,5 %	11,2	11,2
Construction post T1	Dimensionnement MOE-C SS4 Tu	2 %	6,4	6,4
Construction post T1	Cf hypothèses	-	320,7	320,7
Fermeture/Demantèlement	Sans objet	-	0	0
Jouvence	Sans objet	-	0	0
Exploitation	Sans objet	-	0	0
· Hypothèse : Coût du chemisage : 5357 €/ml x (35mm/25mm) = 7500 €/ml, soit un surcoût de 2130 €/ml · Ce risque ne peut s'avérer qu'une fois sur les périodes d'exploitation du stockage		Réurrence	1	
Incertitude d'estimation Incertitudes GC alvéoles HA : [0;+25]%		Total Post T1	364	364
		Total Exploit.	0	0

PLAN D'ACTION DE REDUCTION DE RISQUE

Ordre	Libellé	Début	Fin	Coûts	Resp.	Statut
1	Poursuivre les actions de R&D (corrosion, modélisations mécaniques,...)	2014	2017		MOA/DR D	En cours

Annexe 7 : Fiches d'opportunités

FICHES D'OPPORTUNITES

Mise à jour de septembre 2014

Date impression : 17/10/2014

Identifiant	OTM-LT-17.1
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

Optimisation du dispositif d'observation / surveillance de l'installation souterraine

Déclinaison de l'opportunité :

Réduction du nombre de points de mesure d'observation-surveillance/Mutualisation avec surveillance réglementaire

Date d'ouverture	2013
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
					SS4	SS5			

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Fev 2014 : Opportunité en base 2013
- Sept 2014 : Opportunité 2014

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Principale(s) cause(s)

- Optimisation du besoin en observation-surveillance e l'installation souterraine
- Optimisation de l'architecture souterraine

Principaux effets

- Réduction du nombre de points de mesures et économies associées

Description/Hypothèse(s)

Hypothèse de chiffrage : Passage de 43 226 à 30 000 capteurs soit une réduction de 30%. On considère une réduction uniforme sur les tranches T1/Tu ainsi que sur les postes jouvencés/non jouvencés.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1	3	1	1	1	1
Ultérieures Tu	3	2			

Loi de probabilité T1
Uniforme

Loi de probabilité Tu
Uniforme

Attrait T1
3

Attrait Tu
3,75

Justification des quantifications

- $P(T1)=P(Tu) = 3$

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014

Opportunité 2014

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SS5	Communs	OTM-LT-17.1	5,8
Construction T1	SS5	Communs	Dimensionnement MOE SS5 T1 - 6%	0,3

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	SS5	Communs		28,9
Ferm./Dem.	SS5	Communs		
Jouvence	SS5	Communs		31,7
Exploitation	SS5	Communs		
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS5 Tu - 6 %	3,6
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3.5 %	2,1
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-C SS5 Tu - 2 %	1,2

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	6,1
------------------------	-----

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	67,5
------------------------	------

Gain TU Exploitation	0
----------------------	---

Réurrence sur Tu	1
------------------	---

Incertitude d'estimation

· Incertitudes Observation/Surveillance : [-28;+0]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Validation de cette hypothèse en APS	2014	2015		MOA/MOE-S

Identifiant	OTM-LT-17.3
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

Optimisation du dispositif d'observation / surveillance de l'installation souterraine

Déclinaison de l'opportunité :

Economie sur la jouvence des points de mesure d'observation-surveillance

Date d'ouverture	2013
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
					SS4	SS5			

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Fev 2014 : Opportunité 2013
- Mai 2014 : Statut maintenu, opportunité 2014

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Principale(s) cause(s)

- Optimisation du besoin en observation-surveillance de l'installation souterraine
- Durée de vie de certains capteurs potentiellement étendue par action de R&D

Principaux effets

- Economies sur la jouvence de certains points de mesure

Description/Hypothèse(s)

Cette opportunité repose sur l'hypothèse que la durée de vie des capteurs sera étendue grâce à des actions de R&D (dont le coût n'est pas comptabilisé ici).

Hypothèse de chiffrage : Pas de jouvence sur 50% des capteurs dont la jouvence est retenue ($0,5 * 100 = 50$ M€).

Afin de tenir compte de la réduction d'un tiers des capteurs (cf OTM-LT-17.3), le gain est réduit d'un tiers, soit 33,5 M€.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1	0	1	1	1	1
Ultérieures Tu	2	2			

Loi de probabilité T1
SO

Loi de probabilité Tu
Uniforme

Attrait T1
0

Attrait Tu
2,5

Justification des quantifications

- Opportunité circonscrite à Tu
- $P(Tu) = 2$ car cette opportunité est conditionnée par des actions de R&D

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014

Opportunité 2014

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SO	SO	Sans objet	

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	SO	SO	Sans objet	
Ferm./Dem.	SO	SO	Sans objet	
Jouvence	SS5	Communs	OTM-LT-17.3	33,5
Exploitation	SO	SO	Sans objet	
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS5 Tu - 6 %	2
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3.5 %	1,2
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-C SS5 Tu - 2 %	0,7

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	0
------------------------	---

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	37,4
------------------------	------

Gain TU Exploitation	0
----------------------	---

Récurrance sur Tu	1
-------------------	---

Incertitude d'estimation

· Incertitudes Jouvence - Observation/Surveillance : [-28;+0]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
R&D sur les capteurs	2012	2017		MOA/DRD

Identifiant	ODE-LT-03.1
Type Opportunité	Interne/Externe
Domaine	Données d'entrée
Statut	Ouvert

Optimisation du PIGD vis-à-vis du stockage de certains colis primaires

Déclinaison de l'opportunité :

Stockage des CBFC'2 sans conteneur de stockage

Date d'ouverture	2013
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
		SS1			SS4				

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- 2014 : ES 01
- Fev 2014 : Stockage des CBF-C'2 sans conteneurs de stockage pris en compte en opportunité 2013
- Mai 2014 : Statut maintenu, opportunité 2014

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Principale(s) cause(s)

- Certains CP pourraient être capables d'assurer les fonctions de CS sur au moins 100 ans

Principaux effets

- Economie en alvéoles MAVL et impacts induits
- Economie sur le conditionnement en CS des CP

Description/Hypothèse(s)

L'hypothèse associée à cette opportunité est que les caractéristiques des colis CFB-C'2 permettront de les utiliser comme colis de stockage.

La vérification formelle que leurs caractéristiques permettent de les utiliser comme colis de stockage est en cours, aucun élément réhibitoire n'a été identifié à ce stade. Les éléments justificatifs de dimensionnement devront être apportés (hauteur de chute, durabilité, confinement sur la phase d'exploitation, hauteur de gerbage, tenue au feu...) pour être retenue en référence, en tenant compte des incidences de la densification du stockage dans les alvéoles (criticité, quantité d'hydrogène, puissance thermique,...) n'ont pas été vérifiées à ce stade.

Pour les colis CBF-C'2, passage de 6 alvéoles à 3 alvéoles (dont 2 en stockage direct), soit 3 alvéoles économisées.

Les économies associées à ODE-LT-03.8 (stockage direct des C1PG et coque béton 500 L) sont mutualisées avec cette opportunité et représentent une économie des conteneurs de stockage des colis C1PG (1 alvéole de référence remplacée par 1 alvéole en stockage direct). Le stockage direct des coque béton 500 L ne présente pas d'intérêt économique (nécessiterait de réaliser une alvéole supplémentaire).

Ainsi, l'hypothèse de chiffrage retenue est l'économie de 3 alvéoles et les économies induites (équipements mécaniques et linéaires de galeries. De plus, les économies en terme de conteneurs de stockage sont de

- 9720 conteneurs de stockage de type 2.1 pour les CBFC'2, soit $4,8 * 9720 = 46,7$ M€
- 1900 conteneurs de stockage de type 5.3 pour les C1PG, soit $5,7 * 1900 = 10,8$ M€

Le couplage entre cette opportunité et OTM-LT-20.2 est explicité dans la note, paragraphe 8,1,5.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intérêt Coûts Investissement	Intérêt Coûts Exploitation	Intérêt Délais	Intérêt Performance
T1	0	1	1	1	1
Ultérieures Tu	4	2			

Loi de probabilité T1
SO

Loi de probabilité Tu
Uniforme

Attrait T1
0

Attrait Tu
5

Justification des quantifications

- Opportunité susceptible d'être mise en œuvre à partir de T1 mais sans impact sur les coûts de construction T1
- $P(Tu) = 4$ car l'analyse préliminaire a conclu en l'absence de caractère réhibitoire pour un stockage direct des colis CBFC'2. Sur la base des éléments de connaissance disponibles et de l'analyse qualitative menée, ces colis, par conception, seraient suffisamment robustes pour que leurs propriétés de confinement puissent être garanties sur toute la durée allant de leur réception dans l'installation jusqu'à sa fermeture définitive.

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014
PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014
Opportunité 2014
Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SO	SO	Sans objet	

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	Systeme	MAVL	ODE-LT-03.1	166
Jouvence	Systeme	MAVL	ODE-LT-03.1	19,4
Ferm./Dem.	Systeme	MAVL	ODE-LT-03.1	5
Exploitation	SS7	MAVL	ODE-LT-03.1	57,5
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-C SS4 Tu - 2%	3,8
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS4 Tu - 8%	15,2
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3,5 %	6,7

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	0
-------------------------------	---

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	216,1
-------------------------------	-------

Gain TU Exploitation	57,5
-----------------------------	------

Récurrence sur Tu	1
--------------------------	---

Incertitude d'estimation

· Incertitudes Construction - GC Alvéoles MAVL : [-10;+10]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Etude d'une variante sur le stockage direct de ces colis (en parallèle de la solution de référence)	2014	2015		MOE-SS1

Identifiant	ODE-LT-03.8
Type Opportunité	Interne
Domaine	Données d'entrée
Statut	Ouvert

Optimisation du PIGD vis-à-vis du stockage de certains colis primaires

Déclinaison de l'opportunité :

Stockage direct des colis C1PG et coque béton 500L

Date d'ouverture	2014
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
		X	X		X				X

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Mai 2014 : Stockage direct des C1PG et des coques béton 500 L (pour les déchets de la famille F2-5-02 de l'Inventaire national) pris en compte en opportunité 2014

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Principale(s) cause(s)

- Certains CP pourraient être capables d'assurer les fonctions de CS sur au moins 100 ans.

Principaux effets

- Economie en longueur d'alvéoles MAVL
- Economie sur le conditionnement en CS des CP

Description/Hypothèse(s)

Cf ODE-LT-03,1

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intérêt Coûts Investissement	Intérêt Coûts Exploitation	Intérêt Délais	Intérêt Performance
T1					
Ultérieures Tu					

Loi de probabilité T1

Loi de probabilité Tu

Attrait T1

Attrait Tu

Justification des quantifications

SO

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014

Opportunité 2014

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	Systeme	MAVL	Cf ODE-LT-03.1	

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	Systeme	MAVL	Cf ODE-LT-03.1	
Ferm./Dem.	Systeme	MAVL	Cf ODE-LT-03.1	
Jouvence	Systeme	MAVL	Cf ODE-LT-03.1	
Exploitation	Systeme	MAVL	Cf ODE-LT-03.1	
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - Cf ODE-LT-03.	
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE SS4 Tu - Cf ODE-LT-03.1	

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	0
------------------------	---

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	0
------------------------	---

Gain TU Exploitation	0
----------------------	---

Récurrence sur Tu	0
-------------------	---

Incertitude d'estimation

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Etude d'une variante sur le stockage direct de ces colis (en parallèle de la solution de référence)	2014	2015		MOE-SS1

Identifiant	OTM-LT-09.1
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

Réutilisation des équipements fond du process MAVL et HA

Déclinaison de l'opportunité :

Réutilisation des équipements fond du process MAVL

Date d'ouverture	2013
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
	SYST	SS1							

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Fev 2014 : Opportunité 2013
- Mai 2014 : Statut maintenu, opportunité 2014

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Principale(s) cause(s)

- Réutilisation possible de certains équipements du process

Principaux effets

- Economie sur le nombre d'équipements du process
- Surcoûts liés au démontage/remontage en zone nucléaire

Description/Hypothèse(s)

L'évaluation de cette opportunité est fondée sur l'hypothèse d'un parc d'équipements (cellule de manutention MAVL) réduit de 50% par rapport au parc envisagé.

La mise en œuvre technique de cette réutilisation pose des contraintes importantes en exploitation (opérations de démontage et de remontage réalisées en zone INB). Sa faisabilité technique est également incertaine.

Hypothèses de chiffrage :

- 50% des équipements réutilisés
- + 30% de démontage (dans cellule active)
- + 15% de remontage dans la cellule vierge

Compte tenu de sa probabilité, la détermination de l'économie associée à cette opportunité tient compte d'OTM-LT-20,2 - Alvéoles MAVL Tu de grande capacité

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1	0	1	1	1	1
Ultérieures Tu	3	2			

Loi de probabilité T1
SO

Loi de probabilité Tu
Uniforme

Attrait T1
0

Attrait Tu
3,75

Justification des quantifications

- Opportunité circonscrite à Tu
- P(Tu) = 3 car le choix technique d'une manutention en alvéole par pont gerbeur retenu en référence est plus favorable à une réutilisation des équipements MAVL, elle permet également une réutilisation partielle d'éléments si nécessaire.

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014

Opportunité 2014

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SO	SO	Sans objet	

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	Systeme	MAVL	OTM-LT-09.1	134,8
Ferm./Dem.	Systeme	MAVL	OTM-LT-09.1	13
Jouvence	Systeme	SO	Sans objet	
Exploitation	Systeme	SO	Sans objet	
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS1 Tu - 12 %	17,7
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3.5 %	5,2
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MO-CE SS1 Tu - 2 %	3

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	0
------------------------	---

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	173,7
------------------------	-------

Gain TU Exploitation	0
----------------------	---

Récurrance sur Tu	1
-------------------	---

Incertitude d'estimation

- Incertitudes équipements mécaniques SS1 : [-20;+20]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Réalisation d'un démonstrateur	2017	2020		MOA/DIP
Poursuite de l'étude en APS	2014	2015		MOE-SS1

Identifiant	OTM-LT-07.4
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

Optimisation du dimensionnement des zones tampons des INB de surface

Déclinaison de l'opportunité :

Suppression du clavage MAVL

Date d'ouverture	2013
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
			SS2						

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Fev 2014 : Opportunité 2013
- Mai 2014 : Opportunité partiellement exploitée : En base, une réduction du stock tampon des CS clavés a été prise en base suite à la modification de chronique. La suppression du tampon correspondant est maintenu en opportunité 2014.

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Principale(s) cause(s)

- Performance de confinement du CS potentiellement atteignable sans clavage

Principaux effets

- Economies sur la zone de clavage
- Economies sur le tampon mutualisé des CS
- Economies en exploitation sur la mise en œuvre du procédé

Description/Hypothèse(s)

Hypothèse de chiffrage : L'hypothèse associée à cette opportunité est la suppression du clavage des colis de stockage.

La surface des blocs 9 et 10 du tampon SS2 est considérée réduite de 50%. Aucun gain n'est pris en compte sur le volume dédié au process car il est contraint par le process HA.

A noter que le gain effectif est sur EP1, néanmoins les gains sur la jouvence et la fermeture/démantèlement sont consolidés sur Tu. L'économie en fiscalité est calculée à partir du gain d'investissement initial en T1, mais consolidé sur Tu. La durée de vie d'EP1 considérée est 2099-2029+1 = 71 ans.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intérêt Coûts Investissement	Intérêt Coûts Exploitation	Intérêt Délais	Intérêt Performance
T1	4	1	1	1	1
Ultérieures Tu	0	1			

Loi de probabilité T1
Loi uniforme

Loi de probabilité Tu
SO

Attrait T1
4

Attrait Tu
0

Justification des quantifications

- $P(T1) = 4$ Opportunité jugée probable car l'analyse préliminaire a conclu à une justification du clavage uniquement dans les 2 cas suivants :

1 - en situation dégradée de perte de capacité de confinement des colis primaires : mise en suspension de la contamination à l'intérieur du CS

2 - en situation incidentelle/accidentelle de chute ou de choc

Ces 2 situations doivent être testées par des essais ; une bonne confiance est attendue quant aux résultats de ces essais et à la confirmation de la non nécessité du clavage

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014
PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014
Opportunité 2014
Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SS2	Communs	OTM-LT-07.4	3
Construction T1	SO	SO	Dimensionnement MOE SS2 T1 - 20 %	0,6

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	SO	SO	Sans objet	
Jouvence	SS2	Communs	OTM-LT-07.4	1,7
Ferm./Dem.	SS2	Communs	OTM-LT-07.4	0,3
Exploitation	SO	SO	Sans objet	
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS2 Tu - 20 %	0,4
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3.5 %	0,1
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-C SS2 Tu - 2 %	
Exploitation	SO	SO	Fiscalité - 1.65 % / an d'exploitation EPI	3,5

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	3,6
------------------------	-----

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	2,5
------------------------	-----

Gain TU Exploitation	3,5
----------------------	-----

Réurrence sur Tu	1
------------------	---

Incertitude d'estimation

· Incertitudes GC Bâtiments nucléaires : [-37,5 ; +25]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
GT spécifications d'acceptation des colis primaires	2012	2017		MOA/DMR
Etude de qualification des CS avec ou sans clavage	2012	2017		MOA/DIP

Identifiant	OTM-LT-128
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

Suppression du bloc de déchargement horizontal

Déclinaison de l'opportunité :

Sans objet

Date d'ouverture	2014
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
			SS2						

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Mai 2014 : Création de cette opportunité 2014

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE
Principale(s) cause(s)

- Nécessaire à partir de 2048 (PIGD vD)
- Possibilité de déchargement des emballages horizontaux dans la zone de déchargement vertical moyennant des équipements supplémentaires

Principaux effets

- Non construction du bloc de déchargement horizontal
- Modification du bloc de déchargement vertical (dimension et moyens mécaniques horizontaux)
- Economie sur le coût SS2

Description/Hypothèse(s)

La construction de ce bloc dédié est planifiée pour 2048 avec l'arrivée des emballages correspondants. L'hypothèse associée à cette opportunité est la suppression de ce bloc. Ces emballages pourraient être pris en charge en déchargement vertical, sous réserve de données complémentaires de définition sur ce type d'emballage. Le surcoût sur le bloc de déchargement vertical pourra être précisé en AVP. Il n'est pas pris en compte à ce stade. L'économie en fiscalité est calculée à partir de l'économie sur la construction initiale, et consolidée sur Tu. La durée d'exploitation considérée de ce bloc est 2099-2052+1 = 48 ans.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intérêt Coûts Investissement	Intérêt Coûts Exploitation	Intérêt Délais	Intérêt Performance
T1	0	1	1	1	1
Ultérieures Tu	3	2			

Loi de probabilité T1
SO

Loi de probabilité Tu
Uniforme

Attrait T1
0

Attrait Tu
3,75

Justification des quantifications

- P(Tu) = 3 car la possibilité de suppression du bloc de déchargement horizontal semble probable (que ce soit par des dispositions conservatives dans le bloc de déchargement horizontal ou par des adaptations de la conception des emballages par les producteurs)

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014

Opportunité 2014

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SO	SO	Surcoûts T1 à quantifier en AVP	

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	SS2	MAVL	Bloc de déchargement	40,8
Ferm./Dem.	SS2	MAVL	Bloc de déchargement	4,1
Jouvence	SS2	MAVL	Bloc de déchargement	15,1
Exploitation	SO	SO	SO	
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS2 Tu - 20 %	12
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-C SS2 Tu - 2 %	1,2
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3.5 %	2,1
Exploitation	SO	SO	Fiscalité - 1.65%/an	32,3

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	0
------------------------	---

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	75,3
------------------------	------

Gain TU Exploitation	32,3
----------------------	------

Récurrance sur Tu	1
-------------------	---

Incertitude d'estimation

Incertitudes GC Bâtiments nucléaires : [-37,5 ; +25]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Choix de la solution d'ensemble	2014	2014		MOE-S
Echanges avec les Producteurs	2014	2015		MOA
Etude de la variante en APS	2014	2015		MOE-SS2

Identifiant	OTM-LT-132
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

Optimisation EP2

Déclinaison de l'opportunité :

Sans objet

Date d'ouverture	2014
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Systeme	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
			SS2						

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Mai 2014 : Création de l'opportunité

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE
Principale(s) cause(s)

- La phase d'optimisation 2013-2014 a essentiellement porté sur EP1
- EP2 nécessaire à l'horizon de 2085, des optimisations futures pourront lui être apportées

Principaux effets

- Economies sur le coût d'EP2

Description/Hypothèse(s)

Hypothèses de quantification : Suite à la phase d'optimisation, le coût EP1 a environ été réduit de 30% par rapport à celui de l'esquisse. Cette hypothèse de gain est reconduite pour EP2.

- Economies sur la construction EP2 = $715 * 0,3 = 214,5$
- Economies sur la jouvence EP2 = $199,8 * 0,3 = 60$ M€
- Economies sur la fermeture/demantèlement EP 2 = $71,5 * 0,3 = 21,5$ M€

L'économie en fiscalité est calculée à partir de l'économie sur la construction initiale, consolidée sur Tu. La durée d'exploitation d'EP2 considérée est $2144-2079+1 = 66$ ans.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1	0	1	1	1	1
Ultérieures Tu	3	1			

Loi de probabilité T1
SO

Loi de probabilité Tu
Uniforme

Attrait T1
0

Attrait Tu
3

Justification des quantifications

- Opportunité circonscrite à Tu
- $P(Tu) = 3$ car contrairement à EP1, la chronique de livraison de référence des déchets HA n'a pas évolué dans le PIGD

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014

Opportunité 2014

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SO	SO	Sans objet	

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	SS2	Communs		214,5
Ferm./Dem.	SS2	Communs		21,5
Jouvence	SS2	Communs		60
Exploitation	SO	SO		
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS2 Tu - 20 %	59,2
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3.5 %	10,4
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-C SS2 Tu - 2 %	5,9
Exploitation	SO	SO	Fiscalité - 1.65%/an	233,6

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	0
------------------------	---

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	371,5
------------------------	-------

Gain TU Exploitation	233,6
----------------------	-------

Récurrance sur Tu	1
-------------------	---

Incertitude d'estimation

Incertitudes GC Bâtiments nucléaires : [-37,5 ; +25]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Sans objet				

Identifiant	OTM-LT-25.1
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

Optimisation des contrôles de 2nd niveau
Déclinaison de l'opportunité :
Optimisation du dimensionnement des installations de contrôle de 2nd niveau sur le site Cigéo

Date d'ouverture	2013
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
	SYST		SS2						

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Fev 2014 : Opportunité 2013
- Mai 2014 : Opportunité partiellement exploitée.

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE
Principale(s) cause(s)

- Estimation prudente du besoin en contrôles de 2nd niveau au stade Esquisse

Principaux effets

- Economie sur le poste « contrôles de 2nd niveau »

Description/Hypothèse(s)

L'hypothèse associée à cette opportunité est un passage de la surface dédiée aux contrôles de 2nd niveaux sur EP1 de 6400 m2 à 4500 m2. Cette optimisation est principalement justifiée par éléments suivants :

- Prise en compte des dimensions réelles des équipements existants assurant ces fonctions
- Optimisation plus fine du nombre d'équipements

A noter que les gains effectifs sont sur EP1, cependant les économies en jouvence et fermeture/démantèlement sont consolidées sur Tu. L'économie en fiscalité est calculée à partir du gain d'investissement initial en T1, mais consolidé sur Tu. La durée d'exploitation d'EP1 considérée est 2099-2029+1 = 71 ans.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1	3	1	1	1	1
Ultérieures Tu	0	1			

Loi de probabilité T1
Uniforme

Loi de probabilité Tu
SO

Attrait T1
3

Attrait Tu
0

Justification des quantifications

- P(T1) = 3 car cette opportunité reste conditionnée par la définition des encombrements effectifs des différents équipements de contrôle
- Opportunité circonscrite à T1

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014
PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014
Opportunité 2014
Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SS2	Communs	OTM-LT-25.1	31,6
Construction T1	SO	SO	Dimensionnement MOE SS2 T1 - 20 %	6,3

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	SO	SO	Sans objet	
Ferm./Dem.	SS2	Communs	OTM-LT-25.1	3,2
Jouvence	SS2	Communs	OTM-LT-25.1	17,4
Exploitation	SO	SO	Sans objet	
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS2 Tu - 20 %	4,1
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3.5 %	0,7
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-C SS2 Tu - 2 %	0,4
Exploitation	SO	SO	Fiscalité - 1.65 %/an	37

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	37,9
------------------------	------

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	25,8
------------------------	------

Gain TU Exploitation	37
----------------------	----

Récurrance sur Tu	1
-------------------	---

Incertitude d'estimation

Incertitudes GC Bâtiments nucléaires : [-37,5 ; +25]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
GT Contrôles colis	2012	2017		MOA

Identifiant	OTM-LT-137.1
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

Optimisation du dimensionnement THM zone HA
Déclinaison de l'opportunité :
Optimisation du dimensionnement THM de la zone HA0

Date d'ouverture	2014
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
					SS4				

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Mai 2014 : Création de l'opportunité

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE
Principale(s) cause(s)

- Programme de R&D, développement des connaissances

Principaux effets

- Réduction de l'entraxe des alvéoles HA0
- Réduction induite du linéaire de galeries associé

Description/Hypothèse(s)

Le dimensionnement thermique de la zone HA0 est calé sur une utilisation prudente des connaissances actuelles du comportement THM des argilites. Des essais sont menés dans le cadre du programme de R&D pour caractériser les marges de dimensionnement. Par ailleurs des modélisations 3D seront menées en AVP pour préciser le dimensionnement thermique.

Hypothèse retenue pour le chiffrage : réduction de 20% du linéaire de galeries de la zone HA0

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1	3	2	1	1	1
Ultérieures Tu	0	0			

Loi de probabilité T1
Uniforme

Loi de probabilité Tu
SO

Attrait T1
4

Attrait Tu
0

Justification des quantifications

- $P(T1) = 3$ car la valeur retenue actuellement est une valeur prudente
- Opportunité circonscrite à T1

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014

Opportunité 2014

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SS4	HA0	OTM-LT-137.1	25
Construction T1	SO	SO	Dimensionnement MOE SS4 T1 - 11%	2,7

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	SO	SO	Sans objet	
Ferm./Dem.	SO	SO	Sans objet	
Jouvence	SO	SO	Sans objet	
Exploitation	SO	SO	Sans objet	

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	27,7
------------------------	------

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	0
------------------------	---

Gain TU Exploitation	0
----------------------	---

Récurrance sur Tu	1
-------------------	---

Incertitude d'estimation

Incertitudes GC galeries HA : [-10;+10]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Programme de R&D	2012	2017		MOA/DRD

Identifiant	OTM-LT-137.2
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

Optimisation du dimensionnement THM zone HA
--

Déclinaison de l'opportunité :

Optimisation du dimensionnement THM de la zone HA1/2

Date d'ouverture	2014
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
					SS4				

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Mai 2014 : Création de l'opportunité

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Principale(s) cause(s)

- Programme de R&D, développement des connaissances

Principaux effets

- Réduction de l'entraxe des alvéoles HA1/2
- Réduction induite du linéaire de galeries associé

Description/Hypothèse(s)

Le dimensionnement thermique de la zone HA est calé sur une utilisation prudente des connaissances actuelles du comportement THM des argilites. Des essais sont menés dans le cadre du programme de R&D pour caractériser les marges de dimensionnement. Par ailleurs des modélisations 3D seront menées en AVP pour préciser le dimensionnement thermique. Le gain sur le linéaire de galerie est de l'ordre de 400 M€ (pour des alvéoles HA1/2 de 100 m). Pour tenir compte du couplage avec l'opportunité de passage des alvéoles HA1/2 à 150 m, ce gain est réduit d'un tiers, soit une économie totale de 268 M€.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1	0	1	1	1	1
Ultérieures Tu	3	2			

Loi de probabilité T1
SO

Loi de probabilité Tu
Uniforme

Attrait T1
0

Attrait Tu
3,75

Justification des quantifications

- Opportunité circonscrite à Tu
- $P(Tu) = 3$ car la valeur retenue actuellement est une valeur prudente

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014

Opportunité 2014

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SO	SO	Sans objet	

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	SS4	HA1/2	OTM-LT-137.2	268
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS4 Tu - 8 %	21,4
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3.5 %	9,4
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-C SS4 Tu - 2 %	5,4
Ferm./Dem.	SO	SO	Sans objet	
Jouvence	SO	SO	Sans objet	
Exploitation	SO	SO	Sans objet	

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	0
------------------------	---

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	304,2
------------------------	-------

Gain TU Exploitation	0
----------------------	---

Récurrence sur Tu	1
-------------------	---

Incertitude d'estimation

Incertitudes GC galeries HA : [-10;+10]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Programme de R&D	2012	2017		MOA/DRD

Identifiant	OTM-LT-16.2
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

Optimisation des fonctions associées aux LSF

Déclinaison de l'opportunité :

Diminution du nombre de puits travaux par mutualisation des fonctions associées aux LSF : mutualisation puits de retour d'air travaux / puits travaux matériel-matériaux

Date d'ouverture	2013
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
				SS3	SS4				

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Fev 2014 : Opportunité 2013 (gain d'un puit)
- Mai 2014 : Statut maintenu, opportunité 2014, les éléments techniques disponibles à ce stade ne permettent pas de retenir cette opportunité en base

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE
Principale(s) cause(s)

- Mutualisation possible de fonctions associées à différentes liaisons surface-fond

Principaux effets

- Mutualisation de fonctions entre différentes liaisons surface-fond
- Réduction du nombre de puits
- Augmentation potentielle du diamètre utile de puit(s)

Description/Hypothèse(s)

La mutualisation des fonctions transfert de matériaux et matériels et des fonctions de ventilation est une pratique courante dans l'industrie minière. Cependant, cette mutualisation entraîne une complexité technique plus grande (par exemple : cloisonnement du puits / pressurisation de la tête de puit / etc.).

Hypothèse de chiffrage : Les hypothèses de suppression du puit d'air travaux/personnel/ventilation/air frais + augmentation du diamètre du puits mutualisé (passage du diamètre de puits de 8 à 11,8 m, 18 730m³ excavé en plus).

NB : LSF construites en T1, cependant les postes fermeture/démantèlement, jouvence et exploitation sont consolidés sur Tu.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1	3	1	1	1	1
Ultérieures Tu	0	1			

Loi de probabilité T1
Uniforme

Loi de probabilité Tu
SO

Attrait T1
3

Attrait Tu
0

Justification des quantifications

- P(T1) = 3 L'opportunité est considérée comme probable

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014
PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014
Opportunité 2014
Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SS4	Communs	OTM-LT-16.2	8,3
Construction T1	SO	SO	Dimensionnement MOE SS4 T1 - 11 %	0,9

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	SO	SO	SO	
Ferm./Dem.	SS4	Communs	OTM-LT-16.2	0,7
Jouvence	SS4	Communs	OTM-LT-16.2	6,1
Exploitation	SS4	Communs	Sans objet	
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS4 Tu - 8 %	0,5
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3.5 %	0,2
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-C SS4 Tu - 2 %	0,1

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	9,2
-------------------------------	-----

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	7,6
-------------------------------	-----

Gain TU Exploitation	0
-----------------------------	---

Récurrance sur Tu	1
--------------------------	---

Incertitude d'estimation

Incertitudes GC Puits équipés : [-10;+10]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Poursuite de l'étude en APS	2014	2015		MOE-SS4

Identifiant	OTM-LT-20.2
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

Optimisation de la géométrie (forme / section max / longueur / pendage) des alvéoles MAVL

Déclinaison de l'opportunité :

Alvéoles MAVL de grande capacité au-delà de la phase industrielle pilote (>65 m²)

Date d'ouverture	2013
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
	SYST	SS1			SS4				

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Fev 2014 : Opportunité AVP
- Mai 2014 : Prise en compte en opportunité 2014

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Principale(s) cause(s)

- Augmentation de la section des alvéoles MAVL

Principaux effets

- Possibilité de stockage sur 3 niveaux pour les alvéoles à 2 niveaux en référence
- Réduction du nombre total d'alvéoles et économies induites

Description/Hypothèse(s)

L'hypothèse associée à cette opportunité est un diamètre excavé de l'ordre de 12 m pour les alvéoles MAVL au delà de la phase industrielle pilote. Cependant la validation de ce concept nécessitera des résultats d'essais positifs avant déploiement (Démonstrateur inactif prévu en phase industrielle pilote).

Hypothèses de chiffrage : 50 alvéoles de section excavée ≤ 65 m² remplacées par 4 alvéoles de section ≤ 65 m² en T1, 5 alvéoles de section ≤ 65 m² en Tu (faible nombre de colis par alvéole) et 27 alvéoles de section ≈ 110 m², soit un gain de 14 alvéoles. Le couplage entre cette opportunité et la ODE-LT-03.1 est explicité dans la note, paragraphe 8,1,5.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1	0	0	1	1	1
Ultérieures Tu	4	3			

Loi de probabilité T1
SO

Loi de probabilité Tu
Uniforme

Attrait T1
0

Attrait Tu
6

Justification des quantifications

- Opportunité circonscrite à Tu
- P(Tu) = 4 car les études préliminaires ont conclu en la faisabilité de principe d'alvéoles MAVL de grande section (>65 m²). il est néanmoins nécessaire de réaliser un démonstrateur pleine échelle préalablement à la mise en oeuvre effective de telles sections (démonstration de la faisabilité industrielle, caractérisation de l'EDZ,...)

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014

Opportunité 2014

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SO	SO	Sans objet	

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	Systeme	MAVL	OTM-LT-20.2	297
Ferm./Dem.	Systeme	MAVL	OTM-LT-20.2	8,9
Jouvence	Systeme	MAVL	OTM-LT-20.2	34,7
Exploitation	SO	SO	Sans objet	
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS4 Tu - 8 %	27,2
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3.5 %	11,9
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-C SS4 Tu - 2 %	6,8

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	0
------------------------	---

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	386,5
------------------------	-------

Gain TU Exploitation	0
----------------------	---

Récurrance sur Tu	1
-------------------	---

Incertitude d'estimation

Incertitudes GC galeries MAVL : [-10;+10]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Démonstrateur	2025	2035		MOA
Conception d'un démonstrateur d'alvéole de diamètre 12m pour la phase industrielle pilote	2014	2017		MOE-SS4

Identifiant	OTM-LT-47.2
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

Mise en oeuvre d'alvéoles HA1/2 fortement exothermiques plus longues que la référence

Déclinaison de l'opportunité :

Allongement des alvéoles HA1/2 à 150m

Date d'ouverture	2013
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
		SS1			SS4				

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Fev 2014 : Opportunité 2013
- Mai 2014 : Statut maintenu, opportunité 2014

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Principale(s) cause(s)

- Alvéoles HA 1/2 construites à long terme
- Amélioration potentielle des techniques de creusement

Principaux effets

- Economies sur le linéaire d'alvéoles, de galeries de liaison et impacts induits

Description/Hypothèse(s)

L'hypothèse de chiffrage retenue est une longueur de 150m pour les alvéoles HA 1/2, induisant également une réduction des longueurs de galeries d'accès et recoupes associées. A ce jour, même si la faisabilité technique du creusement d'alvéoles de 150 m n'est pas démontrée, le temps restant disponible pour ce faire est de l'ordre de 50 ans.

L'hypothèse de réduction de ce linéaire est d'environ 30% de la zone HA1/2, soit 13 km de galeries environ.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1	0	1	1	1	1
Ultérieures Tu	4	4			

Loi de probabilité T1
SO

Loi de probabilité Tu
Uniforme

Attrait T1
0

Attrait Tu
7

Justification des quantifications

- $P(Tu) = 4$ L'opportunité est considérée comme très probable, car le temps nécessaire à la mise au point de méthodes de réalisation est conséquent.

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014

Opportunité 2014

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SO	SO	Sans objet	

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	Systeme	HA1/2	OTM-LT-47.2	845,6
Ferm./Dem.	Systeme	HA1/2	OTM-LT-47.2	63,5
Jouvence	Systeme	HA1/2	OTM-LT-47.2	155,6
Exploitation	SO	SO	Sans objet	
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS4 Tu - 8 %	85,2
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3.5 %	37,3
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-C SS4 Tu - 2 %	21,3

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	0
------------------------	---

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	1208,5
------------------------	--------

Gain TU Exploitation	0
----------------------	---

Récurrance sur Tu	1
-------------------	---

Incertitude d'estimation

Incertitudes GC galeries HA : [-10;+10]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
ADU				

Identifiant	OTM-LT-50.2
Type Opportunité	Interne
Domaine	Technique/Management
Statut	Ouvert

**Augmentation des cadences de creusement MAP / tunnelier
(galeries MAVL et HA)**

Déclinaison de l'opportunité :

Augmentation supplémentaire des cadences de creusement MAP

Date d'ouverture	2013
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
	SYST				SS4				

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Fev 2014 : Opportunité 2013
- Mai 2014 : Statut maintenu, opportunité 2014

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Principale(s) cause(s)

- REX de creusement d'ouvrages souterrains

Principaux effets

- Réduction du planning de creusement des ouvrages creusés à la MAP

Description/Hypothèse(s)

L'hypothèse associée à cette opportunité est une augmentation supplémentaire potentielle par rapport à la base de 25% des cadences de creusement et soutènement, cohérente des REX disponibles (soit 3,9 ml/jour environ).

Hypothèses de chiffrage : +20% sur la part main d'œuvre (estimée à 50%) en considérant une part de creusement dans le poste creusement / soutènement de 75%.

De plus pour s'affranchir du couplage entre le gain de cette opportunité et les gains d'autres opportunités portant sur l'architecture Tu (notamment OTM-LT-47,2 : Augmentation des alvéoles HA1/2 à 150 m, la plus impactante au regard de cette opportunité), le gain sur Tu associé à cette opportunité est réduit d'un tiers, ce qui permet d'approximer le cas le plus probable qui est que toutes ces opportunités se réalisent.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1	3	1	1	1	1
Ultérieures Tu	3	2			

Loi de probabilité T1
Uniforme

Loi de probabilité Tu
Uniforme

Attrait T1
3

Attrait Tu
3,75

Justification des quantifications

- $P(T1) = P(Tu) = 3$ L'opportunité est considérée comme probable. Les creusements pendant la phase inductive pilote apporteront un retour d'expérience pour les phases ultérieures.

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014
PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014
Opportunité 2014
Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SS4	Communs	OTM-LT-50.2	65,7
Construction T1	SO	SO	Dimensionnement MOE SS4 T1 - 11 %	7,2

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	Systeme	Communs	OTM-LT-50.2	262,5
Ferm./Dem.	SO	SO	Sans objet	
Jouvence	SO	SO	Sans objet	
Exploitation	SO	SO	Sans objet	
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-C SS4 Tu - 8 %	21
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOA/AMOR Tu - 3.5 %	9,2
Construction post T1	SO	SO	Dimensionnement MOE-R SS4 Tu - 2 %	5,2

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	72,9
-------------------------------	------

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	297,9
-------------------------------	-------

Gain TU Exploitation	0
-----------------------------	---

Récurrance sur Tu	1
--------------------------	---

Incertitude d'estimation

· Incertitudes GC galeries HA/MAVL : [10;+10]%

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Confirmation de prise en compte de cette cadence en AVP	2014	2015		MOE-SS4

Identifiant	ODE-LT-04.5
Type Opportunité	Externe
Domaine	Données d'entrée
Statut	Ouvert

Modifications majeures du PIGD

Déclinaison de l'opportunité :

Prise en charge des HA à partir de 2095
--

Date d'ouverture	2014
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
	SYST				SS4				

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Mai 2014 : Etude de sensibilité

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Principale(s) cause(s)

- Chronique en sensibilité du PIGD

Principaux effets

- Dimensionnement zone HA

Description/Hypothèse(s)

La thermique des colis décroît avec le temps d'entreposage, le nombre de colis par alvéole est plus important et l'entraxe légèrement augmenté. Le gain est légèrement inférieur à 2 km de galeries et de 18 km d'alvéoles, soit respectivement 130 et 150 M€ pour un total de 280 M€ en coût brut.

Dans l'hypothèse d'un couplage avec l'opportunité consistant à allonger la longueur des alvéoles HA1/2 à 150 m, le gain global est estimé de l'ordre de 14 km de galeries et 18 km d'alvéoles, soit un gain total de l'ordre de 1230 M€ en coûts bruts.

Impacts sur l'exploitation : Le nombre de colis livrés baisse sur la période 2075-2085, ce qui pourrait permettre de rester en 2x8 sur la fin de la période. Cela serait compensé par un flux sensiblement plus important sur la phase suivante.

L'Andra appelle l'attention sur la nécessité de ne pas introduire de période d'interruption de la livraison de colis de déchets sur Cigéo (scénario qui résulterait de la combinaison des deux chroniques en sensibilité MAVL et HA).

L'impact sur les besoins supplémentaires en entreposage sur sites Producteurs n'a pas été analysé.

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1					
Ultérieures Tu					

Loi de probabilité T1
SO

Loi de probabilité Tu
PRE-Cigéo

Attrait T1

Attrait Tu

Justification des quantifications

- Opportunité PRE-Cigéo modifiant les données d'entrée du projet

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014

PRE-Cigéo (Etude de sensibilité)

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SO	SO	Sans objet	

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	SS4	HA1/2	Cf hypothèses	
Ferm./Dem.	SO	SO	Sans objet	
Jouvence	SO	SO	Sans objet	
Exploitation	SO	SO	Sans objet	

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	0
------------------------	---

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	0
------------------------	---

Gain TU Exploitation	0
----------------------	---

Récurrance sur Tu	
-------------------	--

Incertitude d'estimation

SO

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Echanges avec les Producteurs	2012	2015		MOA/DP

Identifiant	ODE-LT-04.6
Type Opportunité	Externe
Domaine	Données d'entrée
Statut	Ouvert

Modifications majeures du PIGD

Déclinaison de l'opportunité :

Fin de prise en charge des colis MAVL en 2085
--

Date d'ouverture	Février 2014
Date de clôture	/

Périmètre impacté	Système	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS8	Utilités	Colis
	SYST		SS2						

HISTORIQUE / REMARQUES DE LA FICHE D'OPPORTUNITE

- Mai 2014 : Etude de sensibilité

IDENTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Principale(s) cause(s)

- Chronique en sensibilité du PIGD

Principaux effets

- Economie sur la jouvence EP1

Description/Hypothèse(s)

L'hypothèse de réduction de la durée de vie d'EP1 de 10 ans impacte sa jouvence : suppression des jouvences électrique, conduite et ventilation devant être réalisées en 2085. Le gain estimé est de l'ordre de 235 M€.

Impact sur l'exploitation : Comparé à la chronique de référence, le nombre de colis livrés augmente de 15 à 20% sur la période 2060-2085. En première approche, l'exploitation passerait en 3x8 sur une partie de la période avec pour conséquence de renchérir le coût d'exploitation de l'ordre de 40 à 50%; ce surcoût pouvant être compensé par la baisse de charge des 10 années suivantes consacrées aux seuls HA.

L'Andra appelle l'attention sur la nécessité de ne pas introduire de période d'interruption de la livraison de colis de déchets sur Cigéo (scénario qui résulterait de la combinaison des deux chroniques en sensibilité MAVL et HA).

QUANTIFICATION DE L'OPPORTUNITE

Tranches	Probabilité	Intéret Coûts Investissement	Intéret Coûts Exploitation	Intéret Délais	Intéret Performance
T1					
Ultérieures Tu					

Loi de probabilité T1
SO

Loi de probabilité Tu
PRE-Cigéo

Attrait T1

Attrait Tu

Justification des quantifications

- Opportunité PRE-Cigéo modifiant les données d'entrée du projet

ELEMENTS DE CHIFFRAGE - EXERCICE 2014

PRISE EN COMPTE DANS LE CHIFFRAGE 2014

PRE-Cigéo (Etude de sensibilité)

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranche n°1

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain T1
Construction T1	SO	SO	Sans objet	

Hypothèses/Scénarios d'estimation - Tranches ultérieures

Type	SSx	Déchets	Paramètre de quantification	Gain Tu*
Construction post T1	SO	SO	Sans objet	
Ferm./Dem.	SO	SO	Sans objet	
Jouvence	SS2	Communs	Cf hypothèses	
Jouvence	SO	SO	Sans objet	

Gains Tranche 1 (T1)

Gain T1 Investissement	0
------------------------	---

Gains Tranches ultérieures (Tu)

Gain TU Investissement	0
------------------------	---

Récurrance sur Tu

Incertitude d'estimation

SO

PLAN D'ACTION D'EXPLOITATION DES OPPORTUNITES

Libellé	Début	Fin	Coûts	Responsable
Echanges avec les Producteurs	2012	2015		MOA/DP

CHIFFRAGE CIGÉO EN PHASE ESQUISSE

Evaluation des incertitudes d'estimation

Identification

CG.TE.F.NTE.AMOA.RSQ.0000.14.0077/B

Octobre 2014

Pages : **14**

SOMMAIRE

1. Objet	4
2. Processus d'évaluation des incertitudes d'estimation	4
2.1 Modélisation de l'incertitude sur chaque métier	4
3. Lois d'incertitude	6
3.1 Equipements principaux	6
3.1.1 Détermination des incertitudes associées aux équipements mécaniques	6
3.1.2 Ventilation nucléaire (bâtiment nucléaire)	7
3.1.3 Lots techniques en surface (hors ventilation du bâtiment nucléaire)	7
3.1.4 Lots techniques en souterrain	8
3.1.5 Système d'observation – surveillance	8
3.1.6 Funiculaire	8
3.2 Travaux en surface	8
3.2.1 Terrassements, VRD et verses	8
3.2.2 Bâtiments conventionnels et installations communes	9
3.2.3 Génie civil bâtiment nucléaire	9
3.2.4 Terminal ferroviaire	10
3.3 Travaux en souterrains	10
3.3.1 Génie civil des ouvrages à la machine à attaque ponctuelle (MAP)	10
3.3.2 Génie civil des puits	10
3.3.3 Génie civil des ouvrages au tunnelier	10
3.3.4 Génie civil des alvéoles HA	11
3.4 Jouvence	11
3.5 Fermeture et démantèlement	11
3.5.1 Déconstruction des ouvrages conventionnels	11
3.5.2 Démantèlement nucléaire	11
3.5.3 Fermeture des ouvrages souterrains	12
3.6 Personnel MOA, AMOA et MOE de réalisation	12
3.7 Utilités externes et aménagements hors site.	12
3.8 Assurance chantier	12
3.9 Exploitation	12
3.9.1 Incertitudes sur les coûts d'ETP	12
3.9.2 Budget de fonctionnement	13
3.9.3 Pièces de rechange	13
3.9.4 Conteneurs de stockage	13
3.9.5 Energie et fluides	13
3.9.6 Assurance exploitation	13

1. Objet

Ce document présente le processus d'évaluation des incertitudes d'estimation ainsi que les lois statistiques d'incertitude retenues par l'Andra pour les coûts d'investissement M&T (matériels et travaux de chaque phase d'investissement (construction T1, construction post T1, jouvence et démantèlement), hors fiscalité.

Les incertitudes d'estimation permettent de prendre en compte dans le coût final du projet les imprécisions de l'approche retenue pour l'estimation. A titre d'exemple, il peut s'agir des imprécisions liées à l'exploitation d'un retour d'expérience et non d'un bordereau de prix issu d'une consultation d'entreprises, à la précision des modèles (méthodes analogiques par exemple) ou encore à l'organisation présumée des marchés futurs. Les incertitudes peuvent être positives ou négatives.

Il est à noter que l'évaluation des incertitudes est réalisée en l'état des connaissances actuelles. Elle ne préjuge pas des innovations techniques futures et des évolutions de contexte réglementaire qui sont susceptibles d'intervenir pendant la période séculaire de réalisation du stockage.

2. Processus d'évaluation des incertitudes d'estimation

Les incertitudes d'estimation correspondent aux incertitudes inhérentes à la méthodologie d'estimation et à la robustesse des données élémentaires de coûts utilisées. L'évaluation des incertitudes est donc déclinée selon les méthodologies de chiffrage mises en œuvre, sur la base des différents métiers : génie civil au tunnelier, génie civil de surface nucléaire, terrassements généraux, lots techniques...

Conformément aux recommandations de la revue des coûts unitaires tenue en avril 2013, le coût de base de chaque sous-système a été consolidé selon une double approche fonctions (ou produits) et métiers (ou corps d'état). L'évaluation des incertitudes d'estimation repose sur la décomposition par métiers, cohérente avec les différentes méthodologies de chiffrage mises en œuvre. Dans la suite du document, un « poste métier » est appelé « métier ».

Le principe de l'évaluation des incertitudes d'estimation consiste, dans un premier temps à modéliser l'incertitude sur chaque métier par une loi de probabilité, dans un second temps à consolider l'incertitude globale par une approche probabiliste de type simulation de Monte-Carlo. Cette méthode est classiquement mise en œuvre pour la consolidation des incertitudes.

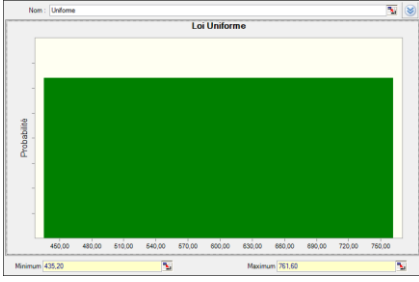
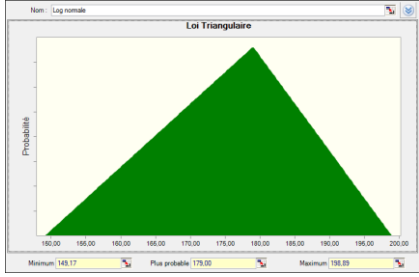
Les simulations sont réalisées à l'aide de l'add-in d'Excel Crystal Ball® d'Oracle (Release 11.1.2926.0). Le modèle est paramétré pour 50 000 tirages de scénarios.

Le processus d'évaluation et de consolidation des incertitudes d'estimation est décrit et illustré par un exemple dans les paragraphes ci-après.

2.1 Modélisation de l'incertitude sur chaque métier

Le profil de distribution de probabilité est déterminé pour chaque métier selon les éléments d'analyse et de comparaison disponibles, en particulier les données fournies lors de la revue des coûts unitaires d'investissement. Les distributions utilisées dans la modélisation des incertitudes sont décrites ci-après.

Tableau 1 – Lois de probabilité utilisées dans la modélisation

Loi de probabilité	Description	Interprétation dans le modèle
Loi uniforme		Cette loi modélise un métier pour lequel le coût de base est dans la plage de dispersion des références analysées mais sans que ce coût de base soit jugé plus représentatif que les autres références pertinentes qui permettent d'établir la fourchette d'incertitude.
Loi triangulaire		Cette loi modélise un métier pour lequel le coût de base est jugé plus représentatif que les références analysées qui permettent d'établir la fourchette d'incertitude.

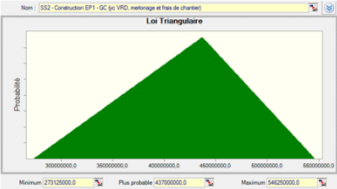
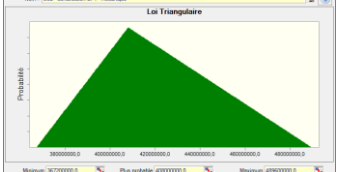
Exemple :

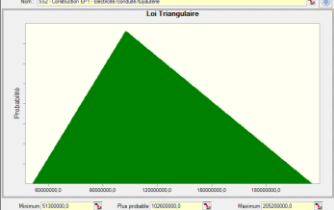
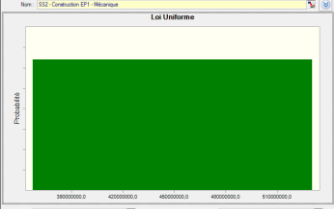
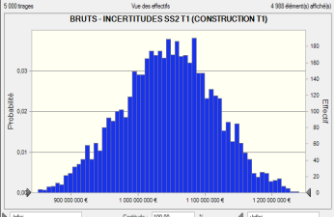
A titre d'illustration, le coût de base de construction du bâtiment nucléaire est consolidé selon 4 métiers :

- Génie civil : gros œuvre, second œuvre, VRD, merlonage et frais de chantier
- Mécanique
- Lots techniques hors ventilation : électricité, conduite et tuyauterie,
- Ventilation

Les regroupements de certains métiers (électricité, conduite et tuyauterie par exemple) permettent de créer des postes significatifs (le métier tuyauterie seul ne pèserait que quelques M€ pour EP1). Ces regroupements sont réalisés sous réserve que la méthodologie d'estimation mise en œuvre pour les différents métiers soit identique.

Le tableau ci-après présente à titre d'illustration les lois d'incertitude retenues et la consolidation obtenue sur la construction du bâtiment nucléaire EP1.

Construction EP1	Coût de base	Modèle d'incertitude
Génie civil	437 M€	
Mécanique	408 M€	

Lots techniques (hors ventilation)	102.6 M€	
Ventilation	99.6 M€	
Total	1047	

Les lois retenues pour les différents métiers et les justifications associées sont présentées au chapitre suivant.

3. Lois d'incertitude

Ce chapitre présente les lois d'incertitude retenues pour les différents métiers.

3.1 Equipements principaux

3.1.1 Détermination des incertitudes associées aux équipements mécaniques

Les équipements principaux recouvrent l'ensemble des équipements estimés par unité. Ils recouvrent la mécanique nucléaire en surface (bâtiment nucléaire y compris les équipements de contrôle) et en souterrain (process nucléaire) ainsi que les équipements de production des énergies, fluides et utilités. L'estimation du coût de base des équipements principaux est réalisée par une approche analogique. Chaque équipement est associé à une typologie (mécanique nucléaire, mécanique conventionnelle, porte blindée...) à laquelle correspond un coût unitaire moyen.

Evaluation des incertitudes dans le chiffrage 2013 :

La méthodologie d'estimation du coût des équipements du process nucléaire (SS1) a fait l'objet d'un audit mené par PwC durant l'été 2013 dont les conclusions sont applicables à l'ensemble des équipements principaux (méthodologie d'estimation du coût de base identique). Les incertitudes identifiées par PwC concernent :

- la méthodologie d'estimation des coûts unitaires associés aux différentes typologies qui se traduit par une incertitude de l'ordre de -3 % à +18 % sur le coût de base (cette évaluation a été réalisée par comparaison à des valeurs CNIM/SGN sur une partie des équipements) ;
- le choix des typologies pour les différents équipements qui se traduit par une incertitude de l'ordre de -1 % à +1 % (étude de sensibilité sur des changements de typologie) ;
- l'incertitude sur les coûts de montage et essais, supposée sans impact en termes de coût ;
- la pertinence d'appliquer les frais transverses (dont stock initial de pièces de rechange) sur l'ensemble des équipements qui se traduit par une incertitude de l'ordre de -1 % ;
- l'incertitude sur le périmètre couvert par certains coûts unitaires, supposée sans impact en termes de coût (peinture des équipements...).

Sur cette base, l'Andra avait retenu pour le chiffrage 2013 sur une plage unique d'incertitude pour tous ces équipements de -10 % à + 30 % du coût de base, englobant les incertitudes identifiées par PwC, avec une loi uniforme de distribution des probabilités.

Prise en compte d'un effet de série :

Suite aux échanges avec les producteurs, l'Andra a précisé pour le dossier technique de chiffrage vA (juillet 2014) la prise en compte d'un effet de série dans l'évaluation des incertitudes :

- équipements mécaniques du process nucléaire : pour tenir compte d'un effet de série sur ces équipements et leur montage, la loi retenue est une loi triangulaire distribuée de -20 % à + 20 % par rapport au coût de base avec comme valeur la plus probable la valeur -10 % par rapport à l'estimation Gaiya.
- équipements mécaniques des installations nucléaires : l'effet de série est moindre compte tenu des spécificités du process de l'installation nucléaire de surface (équipements à dimensionner spécifiquement pour chaque cellule de l'installation) ; une loi triangle distribuée entre -10 % et +20 % avec comme valeur la plus probable la valeur retenue dans l'estimation Gaiya.

PwC a appelé l'attention sur le fait que la démarche d'estimation mise en œuvre par Gaiya pour le chiffrage 2014 est identique à celle mise en œuvre en 2013 pour certains équipements (approche par poids) mais que des avis d'experts ont davantage été sollicités. De nombreux coûts unitaires sont d'ordre de grandeur comparable. Néanmoins, certaines évolutions devront être précisées dans la suite des études. PwC a également appelé l'attention sur le fait que des premiers éléments de comparaison avec les coûts proposées par la maîtrise d'œuvre sous-système ont fait apparaître un risque sur certains postes de coûts (par exemple pour les rails de manutention), qui seront à approfondir en AVP.

3.1.2 Ventilation nucléaire (bâtiment nucléaire)

L'estimation du coût de base de la ventilation du bâtiment nucléaire a été réalisée par Gaiya sur la base d'un bordereau de prix récent, avec la prise en compte de facteurs correctifs pour prendre en compte les dimensions de l'installation. Le coût moyen obtenu suite à la reconception d'EP1 est de 221 €/m³ ventilé.

Le REX Areva pour ECC (classe de confinement C2 selon présentation Areva 2008) est de 142 €/m³ ventilé. Les autres éléments de REX amenés par Areva (DE EDS et DE EB) présentent des coûts très inférieurs (50 à 70 €/m³ ventilé) sans que l'Andra ne dispose d'éléments techniques pour comparaison.

Le CEA a fourni son retour d'expérience pour l'estimation du coût de la ventilation nucléaire : le poste ventilation représente de l'ordre de 150 à 200 €/m³ pour une installation médiane.

Le coût moyen de la ventilation du bâtiment nucléaire avec les données proposées par le maître d'œuvre sous-système conduit à un coût moyen de 170 €/m³.

A ce stade, la plage d'incertitude d'estimation retenue pour la ventilation nucléaire est fondée sur une plage d'incertitude de -33 % (150 €/m³) à + 0 % (221 €/m³) avec une loi uniforme de distribution des probabilités. Cette estimation sera précisée en avant-projet sur la base d'un dimensionnement plus détaillé de la ventilation.

3.1.3 Lots techniques en surface (hors ventilation du bâtiment nucléaire)

Les lots techniques hors ventilation du bâtiment nucléaire comprennent :

- les métiers électricité, conduite et tuyauterie du bâtiment nucléaire,
- le système d'information industriel.

L'estimation du coût de base des lots techniques est réalisée par une approche analytique sur la base des méthodes classiques d'estimation des membres du groupement Gaiya pour ce type de matériel courant. Le métier électricité du bâtiment nucléaire a fait l'objet d'une première comparaison dans le cadre de la revue des coûts unitaires d'investissement qui a mis en avant la grande dispersion des références et le positionnement du coût moyen Gaiya au sein de cette plage de dispersion.

Postérieurement à la revue des coûts unitaires d'investissement, le CEA a fourni son retour d'expérience pour l'estimation du coût de l'électricité du bâtiment nucléaire qui a permis de confirmer la valeur proposée par Gaiya. Le poste électricité représente de l'ordre de 2,1 k€/kVA installé dans l'estimation Gaiya, valeur encadrée par le REX CEA de 1 à 4 k€/kVA installé.

Etant donné leur moindre importance, les autres métiers (conduite, tuyauterie...) n'ont pas fait l'objet de comparaison dans le cadre de la revue des coûts unitaires d'investissement. Les méthodologies d'estimation étant similaires, l'incertitude pour l'ensemble des lots techniques est supposée identique à l'incertitude évaluée pour l'électricité.

A ce stade, la plage d'incertitude d'estimation pour les lots techniques (hors ventilation du bâtiment nucléaire) est fondée sur les données de REX CEA, soit une plage d'incertitude de -50 % (1 k€/kVA par rapport à 2,1 k€/kVA) à + 100 % (4 k€/kVA par rapport à 2,1 k€/kVA) du coût de base avec une loi triangle de distribution des probabilités.

3.1.4 Lots techniques en souterrain

Les lots techniques en souterrain comprennent les métiers ventilation, électricité, conduite, tuyauterie et mécanique des ouvrages souterrains. A ce stade d'avancement du projet, compte tenu de l'incertitude sur les conditions de montage et intégration des lots techniques, l'incertitude retenue est modélisée par une loi triangulaire bornée entre -30 % et + 50% du coût de base.

3.1.5 Système d'observation – surveillance

Le coût du dispositif d'observation-surveillance de l'installation souterraine est constitué du coût de l'instrumentation (capteurs et sujétions sur les ouvrages) et de la centralisation de l'information. L'estimation du coût de base du système d'observation-surveillance est réalisée par la valorisation du nombre de points de mesure avec un coût moyen.

Le coût du point de mesure retenu dans le chiffrage de base est de l'ordre de 2,5 k€, fondé sur une moyenne du coût du point de mesure dans les galeries du Laboratoire souterrain. La borne basse du coût des points de mesure est de l'ordre de 1,8 k€, valeur retenue comme borne inférieure de la fourchette d'incertitude.

De ce fait, la plage d'incertitude d'estimation pour le système d'observation – surveillance est de -28% (1,8 k€ par rapport à 2,5 k€) à +0% du coût de base avec une loi triangle de distribution des probabilités.

3.1.6 Funiculaire

L'estimation du coût de base du funiculaire est réalisée sur la base des bordereaux de prix du marché de conception / réalisation.

Dans ce cadre, l'Andra :

- ne retient pas d'incertitude pour la partie « construction T1 »
- retient une plage d'incertitude de -20 % à +20 % du coût de base avec une loi uniforme de distribution des probabilités pour la jouvence SS8.

3.2 Travaux en surface

3.2.1 Terrassements, VRD et verses

L'estimation du coût de base des terrassements, VRD et verses est réalisée par une approche analytique sur la base des méthodes classiques d'estimation des membres du groupement Gaiya pour ce type de travaux courants.

Les coûts des terrassements d'ensemble et des verses ont fait l'objet d'une analyse dans le cadre de la revue des coûts unitaires d'investissement. L'exercice de benchmark est limité par les spécificités propres à chaque projet (nature des terrains, volumétrie du chantier, distances pour les mouvements de terres...). Postérieurement à la revue des coûts unitaires d'investissement, le CEA a fourni son retour d'expérience pour l'estimation du coût des terrassements (déblais, transports, remblais...) avec une fourchette de 10 à

40 €/m³ selon les spécificités du projet. Ce REX conforte l'ordre de grandeur des coûts unitaires retenus pour l'estimation de base mais ne permet pas de définir une incertitude d'estimation.

Etant donné la nature des travaux (travaux de chantier courants) et la convergence des coûts unitaires, l'Andra retient une plage d'incertitude de -15% à +15% du coût de base avec une loi triangle de distribution des probabilités.

3.2.2 Bâtiments conventionnels et installations communes

L'estimation du coût de base des terrassements, VRD et versés est réalisée par une approche analytique sur la base des méthodes classiques d'estimation des membres du groupement Gaiya pour ce type de travaux courants, comme pour les terrassements, VRD et versés. Etant donné le moindre enjeu associé, ces coûts n'ont pas fait l'objet de comparaison dans le cadre de la revue des coûts unitaires d'investissement.

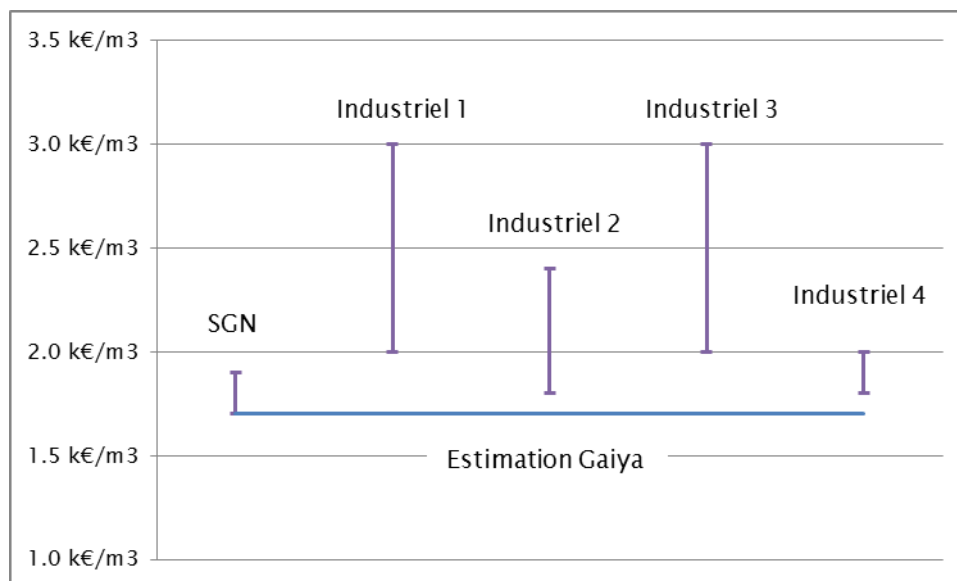
Etant donné la nature des travaux (bâtiments courants), l'Andra considère que l'incertitude sur ce poste est limitée et retient une plage d'incertitude de -10% à +10% du coût de base avec une loi triangle de distribution des probabilités.

3.2.3 Génie civil bâtiment nucléaire

L'estimation du coût de base du génie civil bâtiment nucléaire est réalisée par une approche analytique fondée sur les bases de coûts unitaires du groupement Gaiya, confortée par une comparaison avec d'autres projets de bâtiments nucléaires suivis par les membres du groupement Gaiya.

Le coût du gros œuvre et second œuvre a fait l'objet d'une analyse dans le cadre de la revue des coûts unitaires d'investissement par une comparaison macroscopique du coût du génie civil rapporté au volume de béton. L'estimation Gaiya 2013 ressortait à 1,7 k€/m³ dans le bas de la fourchette de références SGN issues des études réalisées pour les dossiers 2005 et 2009 (1,7 à 1,9 k€/m³). Une comparaison limitée au gros œuvre uniquement montre une bonne convergence des données Gaiya et SGN.

Etant donné l'importance de ce poste, l'Andra a contacté des industriels (Bouygues, Vinci, Eiffage, GCC, Razel) postérieurement à la revue des coûts unitaires d'investissement afin d'obtenir le REX des majors français du BTP sur le coût du génie civil nucléaire. Les fourchettes de coût proposées par les industriels ont été reportées sur le graphe ci-après avec une comparaison par rapport à l'estimation Gaiya et aux estimations SGN. L'estimation Gaiya est dans le bas de la fourchette. Les valeurs hautes des REX correspondent à des ouvrages spécifiques avec une forte densité d'armatures et de nombreuses pièces précellées.



D'autre part, en 2014, suite à la reconception EPI, l'estimation Gaiya ressort à 1,6 k€/m³. Cette estimation est cohérente avec le REX du projet ICEDA transmis par RAZEL à l'Andra.

Sur la base des projets qu'il mène, EDF estime pour sa part le coût du gros œuvre entre 0,7 et 1k€/m³, soit de l'ordre de 1 à 1,3 k€/m³ en incluant le second œuvre.

A ce stade des études, l'Andra retient comme plage d'incertitude pour ce poste une loi triangulaire dont la borne inférieure est à - 37% (1 k€/m³), la valeur la plus probable est le coût de base Gaiya (1,6 k€/m³), et la borne supérieure est à +25 % par rapport au coût de base (2 k€/m³). L'analyse sera poursuivie en avant-projet.

3.2.4 Terminal ferroviaire

L'estimation du coût de base du terminal ferroviaire repose sur une estimation Areva TNI dont l'incertitude est considérée faible pour une conception donnée. Cependant, l'incertitude d'estimation reflète dans le cas du terminal ferroviaire une incertitude sur les quantitatifs du chiffrage (dimensionnement du terminal) car la conception proposée en esquisse n'a pas fait l'objet d'une estimation dédiée¹. De ce fait, l'Andra retient une plage d'incertitude de -20% à +20% du coût de base avec une loi uniforme de distribution des probabilités.

3.3 Travaux en souterrains

3.3.1 Génie civil des ouvrages à la machine à attaque ponctuelle (MAP)

L'estimation du coût de base de construction des ouvrages souterrains à la MAP (creusement, soutènement, revêtement définitif, génie civil secondaire et second œuvre) est réalisée par une approche analytique (études de cycle de creusement de niveau étude de projet) fondée sur les bases de coûts unitaires du groupement Gaiya (filiale Géos spécialisée dans les travaux souterrains).

Ce coût a fait l'objet d'une analyse dans le cadre de la revue des coûts unitaires d'investissement, ce qui a permis de conforter les coûts proposés par Gaiya.

Conformément à la recommandation de la revue, l'Andra retient une plage d'incertitudes de -10% à +10% du coût de base avec une loi uniforme de distribution des probabilités.

3.3.2 Génie civil des puits

L'estimation du coût de base de construction des puits est réalisée par une approche analytique comme pour les ouvrages à la MAP. Ce coût a fait l'objet d'une analyse dans le cadre de la revue des coûts unitaires d'investissement, ce qui a permis de mettre en avant l'importance de l'hypothèse de durée des travaux sur le coût de construction des puits.

Du fait de l'homogénéité des méthodologies d'estimation, l'Andra retient comme pour les ouvrages à la MAP une plage d'incertitude de -10% à +10% du coût de base avec une loi uniforme de distribution des probabilités. L'incertitude sur la durée de réalisation est considérée comme une incertitude de type « risques et opportunités » plutôt que comme une incertitude d'estimation, elle est donc intégrée au portefeuille R&O du projet.

3.3.3 Génie civil des ouvrages au tunnelier

L'estimation du coût de base de construction des ouvrages au tunnelier (descenderies et galeries de liaison MAVL) est réalisée par une approche analytique comme pour les ouvrages à la MAP.

Du fait de l'homogénéité des méthodologies d'estimation, l'Andra retient comme pour les ouvrages à la MAP une plage d'incertitude de -10% à +10% du coût de base avec une loi uniforme de distribution des probabilités.

¹ Le terminal ferroviaire représente un investissement de l'ordre de 20 M€ hors terrassement de la plateforme, faible par rapport aux autres ouvrages.

3.3.4 Génie civil des alvéoles HA

L'estimation du coût de base de construction des alvéoles HA est réalisée par une approche mixte : analytique pour le creusement au micro-tunnelier comme pour les ouvrages à la MAP, analogique pour la fourniture et mise en place du tubage métallique sur la base du REX pétrolier Technip. Ce coût a fait l'objet d'une analyse dans le cadre de la revue des coûts unitaires d'investissement, notamment par comparaison au REX d'experts travaux souterrains (tableau de synthèse présenté dans la note relative au coût de base de l'installation souterraine et repris ci-après).

	Estimation Gaiya	Benchmark
Alvéole HA		
- Excavation	2,4 k€/ml	- Etude SETEC TPI : 2,8 k€/ml - REX experts : 2 k€/ml « en surface », à majorer des conditions Cigéo
- Chemisage	5,3 k€/ml	- REX experts : 7 k€/ml - Autres données : technologies considérées différentes (emboîtement, vissage)

Hors REX surface, les références présentent des valeurs supérieures à celles proposées par Gaiya, de l'ordre de 17% pour l'excavation à 32% pour le chemisage, soit environ 25% pour le total.

L'Andra retient ainsi une plage d'incertitude du coût de base à +25% par rapport au coût de base avec une loi triangle de distribution des probabilités.

3.4 Jouvence

A ce stade, il est retenu la même incertitude que celle appliquée à chaque métier.

Il est à noter qu'un risque est identifié sur le coût de démontage des composants dans l'installation nucléaire. Dans le cadre des études menées pour le dossier 2009, SGN a préconisé un coût de démontage des équipements identique au coût de montage. Gaiya a estimé ce ratio de l'ordre de 30 % du coût de montage. Ce risque sera approfondi en AVP sur la base d'échanges avec les exploitants nucléaires.

3.5 Fermeture et démantèlement

3.5.1 Déconstruction des ouvrages conventionnels

L'estimation du coût de base de déconstruction des ouvrages conventionnels (bâtiments notamment) repose sur une approche par ratio du coût de construction, fondée sur le REX de la filiale SOFILO d'EDF. Ce ratio correspond au coût facturé par SOFILO pour la déconstruction d'ouvrages conventionnels, il n'y a donc pas d'incertitude associée (indication EDF).

3.5.2 Démantèlement nucléaire

L'estimation du coût de base de démantèlement des bâtiments nucléaires repose sur une approche par ratio du coût de construction.

Concernant les installations nucléaires (hors bâtiments conventionnels), les données jugées représentatives par la revue des coûts unitaires sont les suivantes :

- Estimation Gaiya : 16 % (après retraitement pour extraire la part de maîtrise d'œuvre qui est chiffrée par ailleurs)
- Estimations issues de précédentes études (dossier 2009, entreposage MAVL surface) : 13 à 15 %
- Estimation EDF : 5 % - 15 %

A ce stade des études, l'Andra retient en base un ratio volontariste de 10 %, correspondant à la fourchette basse des estimations proposées. Il est fait l'hypothèse que le REX industriel de démantèlement qui sera acquis sur les installations nucléaires mises à l'arrêt dans les 50 prochaines années permettra de réduire le coût des opérations de démantèlement. Conformément aux recommandations de la revue, l'Andra retient une fourchette large d'incertitude.

Postérieurement à la revue des coûts unitaires, le CEA a transmis un REX avec un coût de démantèlement de 650 €/m³ de bâtiment. L'application à EP1 conduirait à un coût de démantèlement de l'ordre de 458 M€, pour une estimation de base de 105 M€, soit une borne supérieure à +436% du coût de base.

Sur la base de ces éléments, l'Andra retient une loi triangulaire de distribution des probabilités, bornée entre 0 et +500% par rapport au coût de base.

Il est à noter que l'application d'une loi de Pareto conduirait à renforcer le poids de la borne basse de la fourchette d'incertitude et à prendre en compte, avec une probabilité faible, des tirages potentiellement supérieurs.

3.5.3 Fermeture des ouvrages souterrains

La fermeture des ouvrages consiste essentiellement en des opérations de remblaiement et de mise en place d'ouvrages de scellement. L'estimation du coût de base des opérations de fermeture repose sur des méthodes analogiques ou analytiques selon les ouvrages. Ainsi, le coût du bouchon des alvéoles HA a été révisé suite à l'analyse conduite dans le cadre de la revue des coûts unitaires d'investissement, avec une convergence de l'estimation de base avec les autres références disponibles (estimation Andra et EDF).

Concernant les opérations de remblaiement, le coût de base proposé par Gaiya est significativement supérieur à l'estimation retenue par l'Andra en 2009 sur la base des études de SETEC TPI. A l'inverse, le coût de base proposé par Gaiya concernant les ouvrages de scellement est significativement inférieur à l'estimation retenue par l'Andra en 2009. Les données économiques recueillies dans le cadre de la réalisation du démonstrateur plein échelle FSS confirment l'estimation Andra 2009.

Etant donné la répartition des coûts de remblaiement et de scellement, la forte incertitude sur les conditions de réalisation des opérations de fermeture et le positionnement temporel des dépenses afférentes qui limite l'impact économique en coût actualisé, l'Andra retient une plage d'incertitude -20% à +40% du coût de base avec une loi uniforme de distribution des probabilités. L'évaluation de ce poste sera approfondie dans la suite des études.

3.6 Personnel MOA, AMOA et MOE de réalisation

Les montants correspondant aux frais de personnel de la MOA, des AMOR et des MOE de réalisation sont obtenus par ratios sur les postes de coûts de l'installation. Les incertitudes associées sont modélisées par application des ratios sur les montants des coûts de l'installation générés par simulation.

3.7 Utilités externes et aménagements hors site.

L'Andra retient une incertitude de +/- 15% à ce stade des études (loi uniforme).

3.8 Assurance chantier

L'incertitude sur ce poste est modélisée par une loi uniforme dont la borne inférieure est le schéma minimum et le schéma optimum la borne supérieure (valeur retenue dans le chiffrage de base).

3.9 Exploitation

3.9.1 Incertitudes sur les coûts d'ETP

Le coût de base de l'ETP Andra est établi en considérant l'hypothèse d'un doublement des effectifs opérationnels de l'Agence.

Une étude de sensibilité sur la part de dépenses fixes dans les frais de structure, ainsi que sur le taux d'augmentation d'heures travaillées par les unités opérationnelles de l'Andra fait état de variations de

- 79 à 96 €/h pour les Ingénieurs/cadres (pour 89 €/h retenu dans le chiffrage de base), soit une plage de [-11% ; +8%]
- 54 à 67 €/h pour les OETAM (pour 61 €/h retenu dans le chiffrage de base), soit une plage de [-11% ; +9.8%]

Pour le personnel externalisé, les coûts horaires des personnels de production et de maintenance retenus sont basés sur le REX actuel du Centre de stockage de l'Aube. Ils ne préjugent pas des consultations futures pour Cigéo. Par ailleurs, l'organisation industrielle future et le périmètre des activités sous-traitées ne sont pas arrêtés à ce stade.

Ainsi, à ce stade, les incertitudes sur les coûts d'ETP sont modélisées par une loi uniforme avec comme valeur inférieure -10 % et comme borne supérieure +10 %.

3.9.2 Budget de fonctionnement

Pour les budgets de fonctionnement, l'Andra retient une incertitude de +/- 20 % à ce stade des études (loi uniforme).

3.9.3 Pièces de rechange

Les incertitudes associées aux pièces de rechanges sont déterminées par sous-système. Pour chacun, l'incertitude du poste le plus contributeur aux pièces de rechanges est appliqué au montant de pièces de rechanges de l'estimation de base :

- Pièces de rechanges SS1 --> Incertitude équipements mécaniques SS1
- Pièces de rechanges SS2 --> Incertitude équipements mécaniques SS2
- Pièces de rechanges SS3 --> Incertitude Bâtiments SS3 zone puits et descenderies
- Pièces de rechanges SS4 --> Incertitude lots techniques SS4
- Pièces de rechanges SS5 --> Incertitude SI Industriel

3.9.4 Conteneurs de stockage

Concernant l'évaluation du coût unitaire des conteneurs de stockage MAVL et HA, l'Andra retient une incertitude de +/- 15 % (loi triangle) à ce stade des études.

3.9.5 Energie et fluides

Concernant l'évaluation du coût unitaire de ce poste, l'Andra retient une incertitude de +/- 15 % (loi triangle) à ce stade des études.

3.9.6 Assurance exploitation

L'incertitude sur ce poste est modélisée par une loi uniforme dont la borne inférieure est le schéma minimum et le schéma optimum la borne supérieure (valeur retenue dans le chiffrage de base).

ANDRA Cigéo
Audit des méthodes et des outils
d'élaboration du chiffrage
Rapport N°3 portant sur le chiffrage 2014 vB
PWC

Décembre 2014

Pages : **81**

Sommaire

1.	Contexte des travaux	4
1.1	Introduction	4
1.2	Structure des coûts et outils de chiffrage	5
1.3	Processus de chiffrage	6
1.4	Gouvernance du processus de chiffrage	8
2.	Démarche retenue et travaux réalisés	9
3.	Synthèse des constats	11
3.1	Des éléments qui participent à la robustesse du chiffrage	11
3.2	Des limites intrinsèques liées à la nature du chiffrage et à l'avancement des études	12
3.3	Synthèse des constats par poste.....	12
4.	Analyse du coût de base des investissements.....	18
4.1	Analyse du coût d'investissement « base Andra Octobre 2014 »	18
4.1.1	Process nucléaire (sous-système 1).....	19
4.1.2	Bâtiments nucléaires de surface (sous-système 2)	24
4.1.3	Installations conventionnelles de surface (sous-système 3)	30
4.1.4	Liaisons surface-fond et ouvrages souterrains (sous-système 4)	35
4.1.5	Installations transverses (sous-système 5).....	42
4.1.6	Utilités externes et aménagements hors site (sous-système 6).....	46
4.1.7	Système de transfert incliné des hottes (SS8).....	47
4.1.8	Démantèlement.....	47
4.1.9	Jouvence.....	48
4.1.10	MOE/MOA.....	51
4.2	Analyse des propositions d'indices pour révision économique du chiffrage	53
4.3	Synthèse sur la flexibilité et la robustesse des fichiers de chiffrage.....	54
5.	Analyse des coûts d'exploitation	55
5.1	Coûts de personnel	55
5.2	Energies et fluides.....	55
5.3	Pièces de rechange	56
5.4	Conteneurs et les intercalaires	57
5.4.1	Conteneurs HA et MAVL.....	57
5.4.2	Intercalaires HA.....	58
6.	Risques, Opportunités et Aléas	59
6.1	Risques	59
6.2	Opportunités	61

6.3	Alés	63
7.	Consolidation globale	65
7.1	Valorisation des incertitudes.....	65
7.2	Le modèle Crystal Ball	66
7.2.1	Description des travaux menés	66
7.2.2	Analyse des données d'entrée incertitudes	66
7.2.3	Analyse des données d'entrée alés	67
7.2.4	Analyse des données d'entrée risques	67
7.2.5	Analyse des données d'entrée des opportunités	68
7.2.6	Analyse des données actualisées	68
7.2.7	Analyse restitution du rapport Crystal Ball	68
7.3	Consolidation globale	68
8.	Estimation du schéma assurantiel de Cigéo.....	71
8.1	Processus de chiffrage	72
8.2	Synthèse	72
8.3	Description des travaux menés	73
9.	Fiscalité	74
	Annexe 1 – liste des documents analysés.....	79
	Annexe 2 – Synthèse des principales modifications apportées au rapport PwC depuis la version préliminaire en date du 17/10/2014.....	81

1. Contexte des travaux

1.1 Introduction

L'Andra a mandaté PwC pour réaliser l'audit des méthodes et outils mis en œuvre par l'agence dans le cadre du projet Cigéo pour évaluer les coûts en phase Esquisse.

Cet audit n'a pas porté pas sur la validation des montants du chiffrage, en particulier la valeur des coûts unitaires et les quantités d'unités d'œuvre (analyse à configuration technique donnée). Nous n'avons pas apporté d'éléments de chiffrage et nos travaux se sont fondés uniquement sur les informations fournies par l'Andra et le groupement Gaiya qui assure la maîtrise d'œuvre système du projet.

Ces travaux ne constituent pas un audit ou un examen limité selon les normes d'exercice professionnel applicables en France. Compte tenu du projet, il ne s'est pas agi d'assurer la conformité à des normes. En revanche, nous avons établi une démarche qui nous semblait pertinente au regard de l'objectif, à partir des documents transmis (cf. chapitre 2). Nos travaux ont donné lieu à des constats et des points d'attention au fil de l'eau. Les constats et points d'attention qui demeurent dans ce rapport pourront faire l'objet d'intégration par l'Andra lors des prochaines étapes du chiffrage, si elle le juge nécessaire.

De plus, nous avons focalisé notre revue sur les éléments majeurs du chiffrage, selon le périmètre décrit ci-dessous, remis en version B à la DGEC en octobre 2014.

Dans ce contexte, notre rapport est adressé à la Direction des Programmes de l'Andra. Du fait du contexte particulier de ce projet impliquant un grand nombre d'acteurs dans lequel s'inscrit l'Intervention, il convient de rappeler que l'utilisation des documents auxquels elle donne lieu (notamment notre rapport, les documents établis ou communiqués par vos soins, les correspondances...), dans un contexte différent, pourrait ne pas être appropriée. Nous comprenons que vous envisagez de communiquer notre rapport aux autorités de tutelle avec lesquelles vous êtes convenus des procédures à mettre en œuvre. Dans une telle hypothèse, l'Agence devra informer ce tiers sur le fait que nos travaux ont été réalisés dans le cadre de procédures convenues, par référence à l'environnement juridique, économique et organisationnel existant lors de l'Intervention, ainsi qu'en fonction des éléments et des informations qui nous ont été communiqués et qui sont confidentiels. Notre rapport devra être communiqué dans son intégralité et sans modification.

Nous ne saurions accepter aucune responsabilité vis-à-vis de tout tiers auquel les documents produits lors de l'Intervention seraient diffusés ou parviendraient.

Chaque élément du coût global de possession repose sur des notices méthodologiques³ et des outils de chiffrage spécifiques qui ont été établis au fur et à mesure du chiffrage :

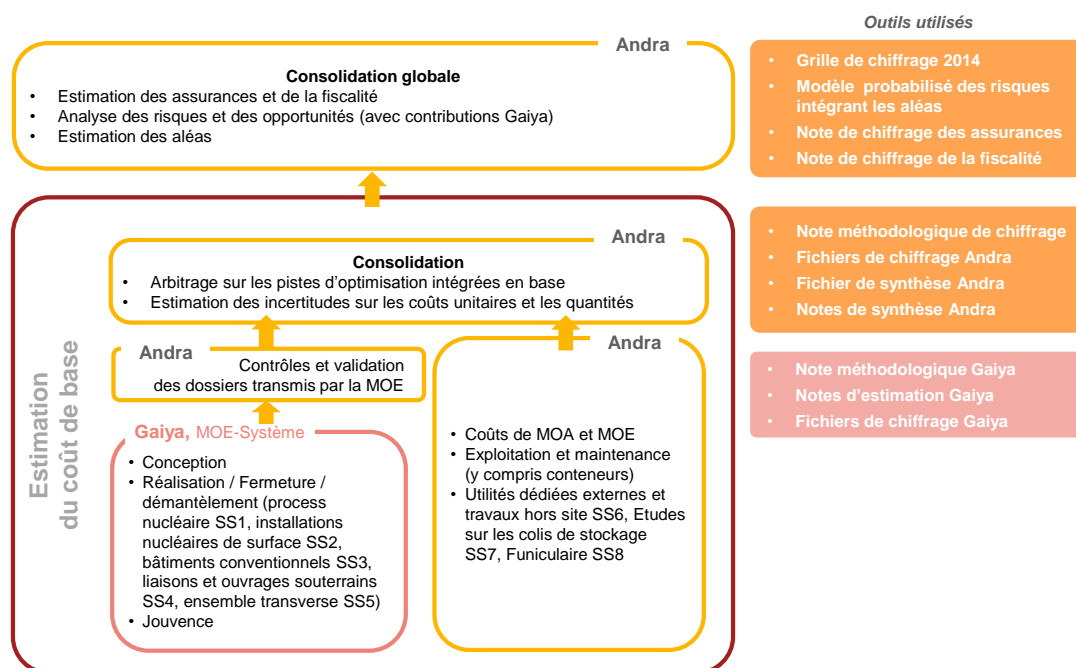
- Le **coût de base** remonté sous la forme d'une grille de chiffrage respectant les phases de fonctionnement et le découpage en sous-systèmes est basé sur un fichier de synthèse regroupant les données calculées dans les fichiers de chiffrage du groupement Gaiya et de l'Andra sur leur périmètre respectif d'estimation.
- Lors de la détermination des coûts de base, un certain nombre **d'incertitudes** inhérentes à cette phase des études et à la nature des éléments sources (REX, jugement d'expert, niveau de détail de la configuration technique...) ont été identifiées. Ces incertitudes ont fait l'objet de quantifications par poste (fourchettes et lois). Ces éléments ont été inclus dans un modèle probabiliste (©Crystal Ball) pour permettre d'illustrer de nombreux tirages (50 000) selon la méthode Monte-Carlo.
- Les **risques et opportunités** relatifs au projet ont été identifiés et estimés dans un registre matérialisé par des fiches de synthèse exposant les éléments descriptifs, les probabilités d'occurrence et les paramètres utilisés pour leur quantification (par exemple des mois supplémentaires de MOA pour traduire un retard). Les risques et opportunités quantifiés à ce jour ont été intégrés dans le modèle probabiliste.
- Pour quelques postes, des provisions pour **aléas** de chantier ont été constituées qui reposent sur des assiettes restreintes et se basent sur des taux variables en fonction des phases. Ces plages de valeurs sont intégrées dans le modèle probabiliste.
- L'estimation préliminaire de la **fiscalité** repose sur un fichier de calcul qui applique les hypothèses retenues aux assiettes de construction et d'exploitation du coût de base.

Enfin, pour chacun des postes du coût de base, le chiffrage a été détaillé par dépenses annuelles afin de constituer un premier échéancier de dépenses qui sera à consolider en phases ultérieures.

1.3 Processus de chiffrage

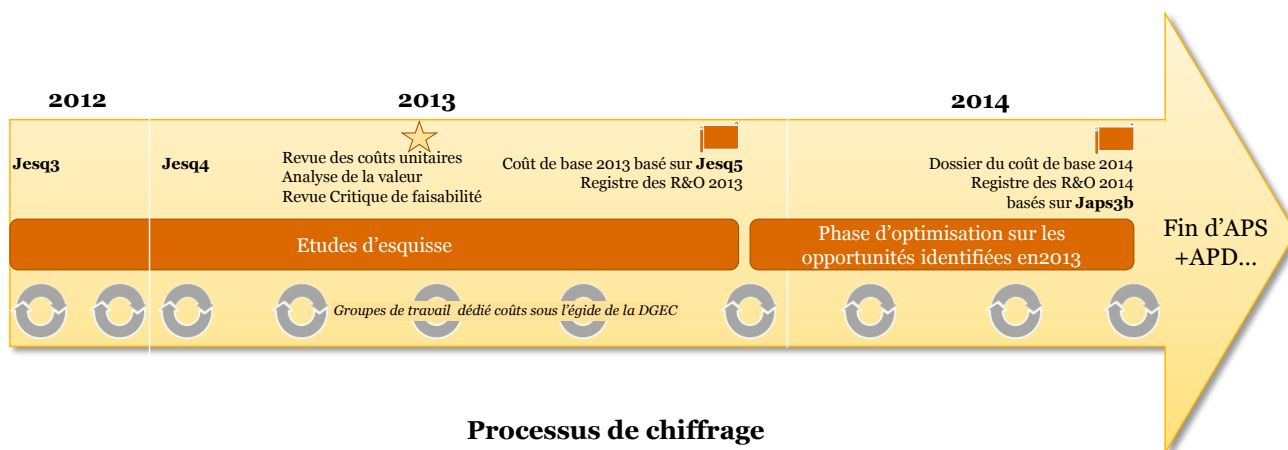
Le schéma ci-après illustre la démarche d'estimation de Cigéo mise en œuvre par l'Andra et sa maîtrise d'œuvre système Gaiya conformément à la note méthodologique (Ref. M3) :

³ Il s'agit de notes méthodologiques Andra (ex. : Organisation du chiffrage Ref. M1, M2, M3, Prise en compte des risques et des opportunités, Prise en compte des incertitudes Ref. C8 et C9) et Gaiya (ex. : Note sur la méthode d'estimation).



Démarche d'estimation de Cigéo en phase Etudes

Le dossier de chiffrage 2014 s'inscrit dans un processus de chiffrage initié en 2012 qui se poursuivra jusqu'au démarrage de la construction. Le schéma ci-dessous illustre les étapes du chiffrage et les principales étapes qui sont détaillées ci-après :



Processus de chiffrage

- Le groupement Gaiya a transmis à l'Andra au jalon Esquisse « **Jesq4** » un ensemble de livrables constituant le dossier de chiffrage. Sur cette base, au printemps 2013, l'Andra a organisé une revue des coûts unitaires ainsi qu'une analyse de la valeur. La **revue des coûts unitaires**, à laquelle ont participé l'Andra, des représentants des Producteurs ainsi que des experts des travaux souterrains, a porté sur la comparaison de la base des coûts de base proposés par le groupement Gaiya avec les données de l'Andra et de chaque producteur. Le déroulement de la revue a été détaillé dans une note méthodologique (Ref. M4) et les résultats et conclusions ont été présentés lors du GT Coût du 17 avril 2013.
- Un dossier d'Esquisse complet a été consolidé par l'Andra à la fin de l'année 2013 pour former le **coût de base 2013** basé sur les livrables au jalon Esquisse « **Jesq5** ». Un certain nombre d'optimisations ont été

incluses par l'Andra dans la configuration de référence et une liste d'opportunités et de risques supplémentaires a été proposée.

- **Une phase de traitement des opportunités** (complémentaires aux optimisations déjà intégrées dans le coût de base) identifiées lors de l'établissement du dossier de fin 2013 s'est déroulée de novembre 2013 à juin 2014. Certaines opportunités ont été intégrées dans la configuration de référence 2014 formalisée au Jalon APS « **Japs3b** » et d'autres ont été quantifiées et probabilisées au travers le registre des risques et des opportunités. L'analyse de ces opportunités et de leur consolidation au sein d'une configuration cohérente a été pilotée conjointement par l'Andra et sa maîtrise d'œuvre. Ces travaux de finalisation de la phase Esquisse ont été effectués dans le cadre d'une première phase d'Avant-Projet Sommaire impliquant les contractants des lots d'étude des sous-systèmes⁴.

A noter que l'évolution de la structure de chiffrage (arborescence, périmètre, fichiers de calcul) et la prise en compte des nouvelles données d'entrée (coûts unitaires des MOE-SS par exemple) représentent un enjeu pour le chiffrage APD (en termes de continuité avec le chiffrage Esquisse et en termes de robustesse). Par ailleurs le pilotage technico-économique des opportunités identifiées devra faire l'objet d'une attention particulière.

1.4 Gouvernance du processus de chiffrage

La gouvernance mise en place pour le chiffrage par l'Andra est définie dans le Plan de Management du projet Cigéo en Phase Etudes (Ref. M2).

En particulier, le rôle de la maîtrise d'œuvre Gaiya a été de remonter un chiffrage sur l'ensemble du projet (première phase Esquisse 2012-2013) puis de coordonner les travaux d'optimisation effectués par chacun des lots de sous-systèmes pour fournir une solution cohérente à l'Andra au jalon APS « Japs3b » (Juillet 2014).

De son côté, l'Andra a assuré le pilotage de sa maîtrise d'œuvre système afin d'assurer la cohérence et la consolidation globale du chiffrage. En particulier, l'Andra a mis en place en 2014 un comité de suivi du dossier coût afin de garantir un pilotage large et rapide dans la phase d'optimisation faisant intervenir un grand nombre de parties prenantes (démarrage des activités d'APS avec les Maîtrises d'œuvre sous-système en charge des lots) sous des délais contraints.

Par ailleurs, des échanges réguliers entre l'Andra et les producteurs (EDF, AREVA et le CEA) ont eu lieu dans le cadre d'un groupe de travail réuni sous l'égide de la Direction Générale de l'Energie et du Climat (GT coûts de la DGEC). Des synthèses au niveau des Directions des différentes parties prenantes ont eu lieu régulièrement tout au long de la phase d'optimisation: Comités de Liaison, COCIDRA et COPEX. Ces échanges ont permis de partager la méthodologie et les éléments de chiffrage retenus par l'Andra, d'identifier les divergences de vues et de mettre en place des actions visant à les traiter.

Sur la définition d'une configuration technique, les échanges entre les acteurs et les évaluateurs ont conduit à des convergences de vue entre les différentes parties prenantes sur certains grands principes. L'Andra a défini sur cette base la configuration technique à chiffrer (installations souterraines sur le principe d'une configuration Bitube Optimisé, optimisations significatives sur les installations nucléaires de surface de la première tranche).

La revue d'avril 2013 a permis de conforter un certain nombre de coûts unitaires significatifs. Par ailleurs, sur certains coûts, l'Andra a pris en compte des retours d'expérience des producteurs au travers des incertitudes (coûts béton, coût de l'ETP) ou de la quantification des risques et des opportunités.

Les points de vue divergents restants (certains coûts unitaires, certaines évaluations d'effectifs d'exploitation) ont été explicités et tracés dans des fiches thématiques suivies dans le cadre des GT Coûts⁵. A l'occasion de la version vB du chiffrage 2014, un document a été rédigé pour faire l'état des lieux des points restant en discussion entre l'Andra et les producteurs.

Enfin, la phase d'optimisation en 2014 a continué à faire l'objet d'échanges réguliers hebdomadaires ou bimestriels entre l'Andra et les producteurs (EDF, AREVA et le CEA) dans le cadre des CT Conception et du

⁴ SS1 : Process nucléaire, SS2 : Installations nucléaires de surface, SS3 : Installations conventionnelles de surface ; SS4 : Installations souterraines, SS5 : Installations transverses, SS6 : Utilités externes et aménagements hors site ; SS7 : Colis de stockage ; SS8 : Système de transfert incliné des hottes.

⁵ A ce jour, 6 fiches thématiques sont ouvertes : coût unitaire de ventilation nucléaire, coût unitaire de génie civil nucléaire, coûts de l'ETP et budgets de fonctionnement, effectifs de FLS et de radioprotection, taux de MOA/MOE, coûts de jouvence.

groupe de travail GT coûts de la DGE. En particulier, un tableau de bord commun des opportunités a été constamment partagé à tous les niveaux garantissant un bon niveau de communication.

2. Démarche retenue et travaux réalisés

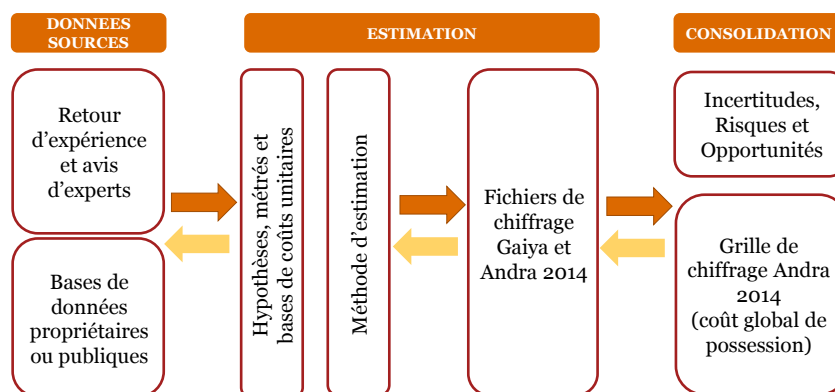
PwC effectue ses travaux depuis septembre 2012, tout au long du processus de chiffrage mis en place par l'Andra. Les travaux menés ont porté sur ces différents éléments du chiffrage sur les coûts d'investissement (construction, fermeture/démantèlement, jouvence) et d'exploitation et de maintenance.

De manière générale les supports d'analyse ont été les documents et les fichiers principaux constituant les différents dossiers de chiffrage (Jesq3, coût de base 2013, coût Juillet 2014) : grille de chiffrage principale Andra, notes de chiffrages Andra (par sous-système, note d'hypothèses calendaires, registre quantifié des risques et des opportunités, note sur les incertitudes), notes d'hypothèses Gaiya (méthodologie de chiffrage, synthèse du chiffrage à Jesq3 et Jesq5), fichiers de chiffrage Gaiya⁶ mais aussi les supports présentés lors de certains GT Coût et Comités.

Nos travaux nous ont conduits à suivre de près les travaux de la cellule estimation de l'Andra (DIP/EEE) et à rencontrer ponctuellement les équipes d'estimation Gaiya (Octobre-novembre 2012, août 2013, mars 2014) ainsi que des experts extérieurs lors de la revue des coûts unitaires d'avril 2013 et les correspondants des différents producteurs, au cours de nombreuses réunions multipartites de 2012 à 2014.

Tout au long des différentes étapes du chiffrage (visualisées dans le schéma ci-dessous), les travaux d'analyse ont plus particulièrement porté sur :

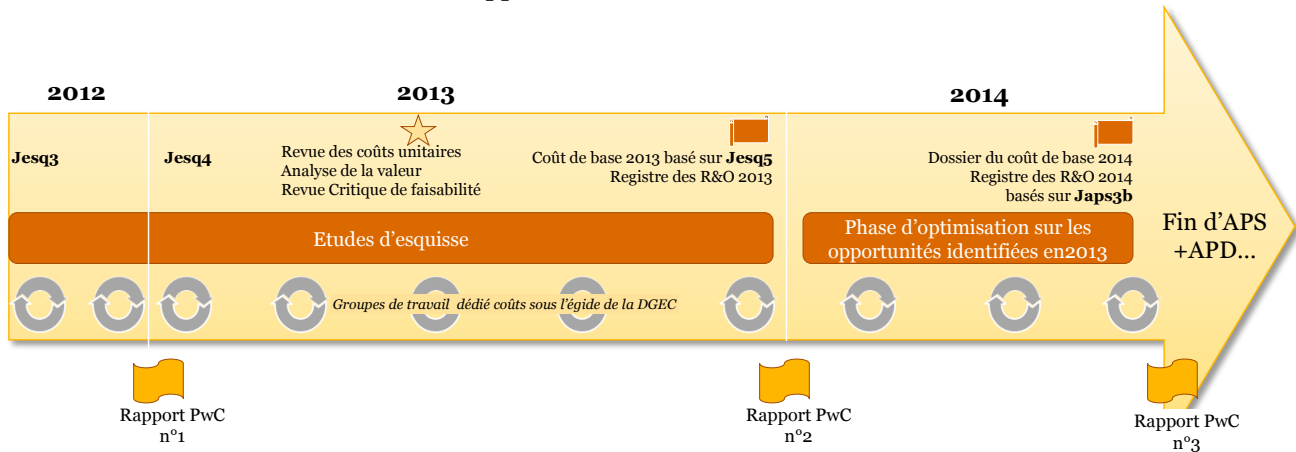
- la vérification de la traçabilité des données utilisées (nature et identification des sources, hypothèses prises, explicitation de la méthodologie retenue, utilisation des retours d'expérience apportés par les producteurs...);
- la méthodologie utilisée pour établir les coûts unitaires ;
- la vérification et la cohérence des calculs effectués dans les fichiers de calcul (Gaiya et Andra) ;
- la vérification des interfaces entre modules (prise en compte automatique des modifications de données d'entrée, connexion des différents sous-modules, cohérence des reprises de résultats d'un fichier à l'autre et en particulier entre les fichiers de Gaiya et la grille utilisée par l'Andra ...) et la robustesse des fichiers utilisés ;
- la méthodologie employée pour l'analyse des risques et des opportunités (définition, évaluation et quantification) ;
- la démarche suivie pour la consolidation globale du chiffrage ;
- les hypothèses retenues pour comparer les anciens chiffrages en tenant compte des conditions économiques et des conditions d'inventaires (il ne s'est pas agi de proposer une actualisation prospective).



Eléments du processus de chiffrage ayant fait l'objet de travaux d'analyse PwC

⁶ En particulier, les dossiers de chiffrage Gaiya s'articulaient autour d'un fichier source « Données », de fichiers de calculs « Bâtiments, Liste Equipements, Transverses, Fond » et des fichiers de récapitulatif et de restitution « Récapitulatif, Grandeurs caractéristiques.... ».

Ces travaux ont donné lieu à différents rapports :



- Le rapport n°1 daté de janvier 2013 portait sur le dossier préliminaire de chiffrage des coûts d'investissement établi par le groupement Gaiya dans le cadre des livrables du jalon Jesq03 ainsi que sur les notes de chiffrage préliminaire des conteneurs établies par l'Andra.
- Les travaux formalisés dans le rapport n°2 paru en mars 2014 ont porté sur le dossier de chiffrage du coût de base Cigéo 2013 établi par l'Andra en fin d'année 2013, à partir des éléments fournis par Gaiya au jalon Jesq5.

Le présent rapport d'étape n°3 porte sur l'analyse du processus et des outils mis en œuvre depuis janvier 2014 jusqu'à la transmission du dossier de chiffrage à l'été 2014. En particulier, ce rapport couvre :

- **La mise à jour du chiffrage du coût de base** : prise en compte du PIGD vD, traitement des optimisations, ajustement à la nouvelle répartition des sous-systèmes, actualisation des coûts de certains postes, traitement des différences de points de vue Andra /Producteurs...
- **La révision des coûts d'exploitation et de maintenance** : optimisation des postes opérationnels et fonctionnels, actualisation des coûts d'énergie, revue des intercalaires...
- **La révision du chiffrage des incertitudes** ;
- **La révision du chiffrage des risques et opportunités** : analyse de la liste des R&O retenus (cohérence avec les hypothèses de coût de base et les incertitudes) ; analyse du modèle Monte-Carlo de remontage global
- **Une estimation préliminaire du coût des assurances** : revue des notes d'hypothèses (traçabilité, justification) ; revue des calculs (traduction des hypothèses, choix des assiettes, applications des taux)
- **Une estimation préliminaire du coût de la fiscalité** : revue des notes d'hypothèses (traçabilité, justification) ; revue des calculs (traduction des hypothèses, choix des assiettes, applications des taux)
- **La maquette de présentation des coûts.**

A date, le projet Cigéo est découpé en 8 sous-systèmes. L'analyse a été réalisée et est restituée suivant ces sous-systèmes :

- Process nucléaire (sous-système 1)
- Installations nucléaires de surface (sous-système 2),
- Installations conventionnelles (sous-système 3),
- Installations souterraines (sous-système 4),
- Installations communes et transverses (sous-système 5),
- Utilités externes et aménagements hors site (sous-système 6)
- Etudes sur les colis de stockage (sous-système 7)
- Funiculaire (sous-système 8).

Enfin, les coûts (non actualisés) sont présentés aux conditions économiques de janvier 2012.

Les analyses présentées dans ce rapport doivent être lues en lien avec les analyses des rapports précédents. **Les données chiffrées portent sur le chiffrage vB d'octobre 2014. Néanmoins, les quelques évolutions significatives de cette version par rapport à la précédente (vA) ainsi que la prise en compte de nos recommandations seront rappelées autant que possible dans ce rapport.**

Les tableaux ci-après présentent une synthèse des poids par poste et par tranche du chiffrage de base Andra :

Poids relatif des principaux postes du coût global (Chiffrage « coût de base Andra ») non actualisé⁷

	T1	Tu	Fermeture/ Démantèlement	Jouvence	Toutes tranches
Investissement	12%	25%	3%	11%	50%
MOE/MOA	4%	4%	0%	2%	10%
Exploitation-Maintenance	25%				25%
Autres: Fiscalité, assurances	14%				14%

Poids relatif des principaux postes du coût global (Chiffrage « coût de base Andra ») actualisé⁸

	T1	Tu	Fermeture/ Démantèlement	Jouvence	Toutes tranches
Investissement	34%	14%	1%	6%	55%
MOE/MOA	13%	3%	0%	1%	16%
Exploitation-Maintenance	18%				18%
Autres: Fiscalité, assurances	11%				11%

Nota : Les coûts Assurance du poste Autres présenté dans les deux tableaux ci-dessus correspondent à l'option optimum.

3. Synthèse des constats

3.1 Des éléments qui participent à la robustesse du chiffrage

La structure du chiffrage établi par l'Andra (arborescence) respecte les bonnes pratiques d'un chiffrage d'Esquisse pour un projet industriel (Bâtiments et installations souterraines, équipements, installations transverses ; découpage par corps de métier usuels : Génie Civil, Equipements mécaniques, Tuyauterie, Ventilation, Contrôle Commande).

Par ailleurs, le processus de chiffrage s'appuie sur un historique important (depuis 2005) et l'apport de plusieurs ingénieries. Les chiffrages d'Esquisse successifs depuis 2012 ont de plus fait l'objet d'apports et de revues externes qui ont soit permis de confirmer soit donné lieu à des évolutions de la base de coûts unitaires ou des fourchettes et/ou lois d'incertitudes :

- Séances de travail avec les producteurs au travers des Groupes de Travail Coût DGEC. A noter que les divergences qui demeurent entre les Producteurs et l'Andra sont tracées dans une note dédiée qui est jointe au dossier de chiffrage Andra
- Revue des coûts unitaires en 2013 ayant impliqué des experts indépendants,
- Comité industriel de l'Andra,
- Revues de projet avec les experts industriels externes,
- Evaluations par la CNE, ASN.

⁷ Coûts consolidés issus de la version actualisée du chiffrage de base octobre 2014 'Chiffrage 2014 – 20141009-1800'

⁸ ibidem

Du fait de ces spécificités le chiffrage d'Esquisse de l'Andra s'appuie sur un coût de base plus détaillé que celui généralement attendu dans une phase Esquisse (niveau de détail de l'arborescence des coûts, échéanciers...). Par ailleurs, certaines de nos recommandations issues de nos travaux ont été prises en compte au fil de l'eau au travers des :

- Corrections suite à la revue des fichiers de calcul et de la grille de chiffrage consolidée,
- Explicitation des méthodes et/ou des sources utilisées (REX, estimations analytiques, nature des incertitudes, construction des coûts d'exploitation - ETP et Budgets de fonctionnement...),
- Méthode de révision des anciens chiffrages (indices économiques et inventaires),
- Méthodologie d'évaluation des incertitudes, risques, opportunités et aléas.

3.2 Des limites intrinsèques liées à la nature du chiffrage et à l'avancement des études

Outre la limite introduite au § 1.2, les limites suivantes doivent être prises en compte :

- Compte tenu des délais contraints de la phase d'optimisation, le chiffrage 2014 vB s'est appuyé plus largement sur des approches par ratios ou par jugements d'experts et a en partie perdu en granularité par rapport au coût de base 2013.
- De manière générale, un certain nombre de points continueront à faire l'objet d'approfondissements et d'optimisations en phase APD (confortation des prix unitaires par des bordereaux, par des REX des maîtrises d'œuvre sous-système...), comme il est attendu lors d'une phase d'avant-projet. Les coûts remontés dans le dossier de chiffrage 2014 doivent donc être considérés dans leur intégralité : base + incertitudes + risques/opportunités + aléas.

– Sur les coûts d'investissement :

Les niveaux de maturité sont différents en fonction des sous-systèmes. A titre d'exemple, les travaux souterrains sont bien identifiés et ont été chiffrés de façon analytique alors que la nomenclature des équipements nucléaires fera l'objet d'approfondissement en phase APS, ne permettant à ce stade qu'un chiffrage par application d'un ratio €/kg en fonction de la typologie d'équipement ou par estimation à titre d'expert. Assez peu de consultations et de bordereaux de prix ont été rassemblés à ce stade.

– Sur les coûts d'exploitation :

Des hypothèses structurantes sur ces coûts de long terme : sensibilité à la chronique des déchets et à la conception du bâtiment de surface, taux horaires, mutualisation de certaines fonctions, périmètres des activités sous-traitées, cible précise des postes fonctionnels au regard des fonctions du siège devront être approfondies dans les phases ultérieures d'avant-projet sommaire (APS) et détaillé (APD).

– Sur les incertitudes, risques et opportunités :

Certains risques et certaines opportunités n'ont pas fait l'objet de chiffrage à ce stade. Avec ces restrictions, la fourchette d'incertitudes globale serait de l'ordre de 15% d'amplitude.

3.3 Synthèse des constats par poste

Le tableau pages suivantes dresse la synthèse des constats détaillés présentés dans la suite du rapport. Il restitue aussi les points d'attention pour les travaux à réaliser en phase d'APS. Un code couleur permet de donner une indication de l'importance des enjeux associés aux points d'attention en termes de montants associés (le poids relatif du poste est indiqué dans la deuxième colonne du tableau) mais aussi de la complexité de traitement des points d'attention :

Point d'attention nécessitant une grande vigilance
Point d'attention à suivre
Point d'attention présentant relativement peu d'enjeux

Investissement T1/TU	Poids*	Actualisation à Octobre 2014 des acquis d'esquisse et suivi des recommandations sur le coût de base 2013	Points d'attention pour la fin d'APS/APD	
			Définition des périmètres	Coûts unitaires
Tous Sous-systèmes	100% 100%		Préciser les exigences fonctionnelles relatives à la réversibilité et associées à la configuration chiffrée (APS/APD). Clarifier les périmètres et les coûts des différentes phases d'essai.	Les pilotes de lot doivent continuer à développer une approche technico-économique des études dans une perspective de cohérence d'ensemble et d'optimisations.
SS1- Process nucléaire	8% 8%	La méthode d'estimation des coûts des équipements a été explicitée (poids estimé multiplié par un coût au kg par typologie d'équipement ou approche par jugement d'expert, plus utilisé qu'en 2013). Le choix parmi ces méthodes, certains coûts unitaires et certains équipements ont évolué depuis 2013. La comparaison est donc délicate même si un exercice de comparaison avec d'anciens chiffrages sur une cellule de manutention utilisant d'autres méthodes a permis de conforter l'ordre de grandeur (en légère hausse néanmoins) de ce poste significatif.	Partager une nomenclature (liste, dénomination, quantité, localisation, références, méthodes d'estimation...) à courte échéance (APS). Approfondir les mutualisations au sein des alvéoles MAVL (APS) .	Consolider les coûts des équipements en confirmant par des bordereaux de prix similaires les approches par coût au kg ou par jugement d'expert (en particulier sur le coût des linéaires de rails) (APS/APD)
SS2 – Bâtiments nucléaires de surface	15% 22%	Le bâtiment EP1 a été profondément reconçu (la liste des équipements EP1 a été réétablie de manière sommaire). EP2 est resté identique car les optimisations n'ont pas été directement transposables par l'Andra et nécessiteront des analyses spécifiques. Les coûts unitaires ont été conservés identiques à 2013 mais les nouvelles fourchettes d'incertitude prennent davantage en compte l'utilisation des REX.	<i>Equipements:</i> Cf les points d'attention du SS1 Instruire l'opportunité pour l'optimisation de EP2 (APS)	Consolider certains coûts (béton et ventilation) avec les données des maîtrises d'œuvre ainsi que les coûts unitaires d'équipement (APS).
SS3 – Installations conventionnelles de surface	3% 4%	Les coûts unitaires (bâtiments constants ou estimés similaires, d'un côté, et coût des verses, de l'autre) ont été conservés identiques à 2013. Les évolutions de surface et fonctionnalités des bâtiments, qui pourraient être plus explicitement tracées, ont été validées techniquement par l'Andra.	Confirmer les hypothèses structurantes de la gestion des verses (comportement physique, chimique...) en APD. Distinguer les verses hors-COX.	Consolider les coûts unitaires des bâtiments en confirmant par des bordereaux de prix (bâtiments conventionnels par rapport au bâtiment INB, verses...) en APD.
SS4- LSF et ouvrages souterrains	64% 50%	La configuration technique a continué d'être précisée. Les coûts unitaires ont été conservés identiques à 2013 même si des évolutions des coûts macroscopiques sont observées comme conséquence de certaines évolutions techniques (amortissement du tunnelier, nature des revêtements). La correction d'un paramètre technique a nécessité une forte augmentation des linéaires HA qui a contrebalancé les dernières optimisations.	Analyser les opportunités AVP non chiffrées. Progresser sur les conditions d'application des nouveaux revêtements (souple pour les ouvrages à la MAP, matériau compressible pour ceux au tunnelier) en APS.	Consolider les coûts utilisés pour l'optimisation amortissement tunnelier, matériau compressible et revêtement souple en APS. Consolider le coût de chemisage des alvéoles HA en cohérence avec la technologie finalement retenue en APS.

Investissement T1/TU	Poids*	Actualisation à Octobre 2014 des acquis d'esquisse et suivi des recommandations sur le coût de base 2013	Points d'attention pour la fin d'APS/APD	
			Définition des périmètres	Coûts unitaires
SS5- Installations transverses	7% 11%	Les coûts de terrassement et de VRD ont été ajustés à la nouvelle configuration technique. Les coûts unitaires ont été globalement conservés identiques à 2013.	Le périmètre et la nature de certains postes sont en cours de consolidation avec Gaiya (lien avec les aménagements préliminaires, VRD, clôtures, verses hors COX, éclairage...). Les consommations électriques devront être revues (apports MOE-SS prévus fin 2014).	Certains prix unitaires devront être précisés (coût du kWh, coût de formation...)
SS6- Utilités externes et aménagements hors site	2% 4%	Des compléments de coûts ont été apportés concernant certaines utilités externes. Le niveau d'estimation de ces postes est variable.		Ces postes seront à consolider à l'aide de propositions technico-économiques détaillées en APD.
SS8-Syst. de transfert incliné des hottes	0% 1%	Les précédentes évaluations ont été confirmées par un bordereau du fournisseur.		

(*) % des coûts d'investissement : T1, TU, Démantèlement, Fermeture, Jouvence (coût actualisé à titre indicatif avec un taux net de 3% en petits caractères), cf. fichier de synthèse du 09/10/14).

Autres postes	Poids	Actualisation à Octobre 2014 des acquis d'Esquisse et suivi des recommandations sur le coût de base 2013	Points d'attention pour la fin d'APS/APD
Démantèlement	7% de la construction (T1, Tu) coûts bruts	Aucune modification n'a été effectuée sur les ratios de démantèlement qui sont appliqués aux nouvelles valeurs de Matériels et Travaux.	
Jouvence	28% de la construction (T1, Tu) coûts bruts	Les coûts de jouvence reprennent la méthode de calcul du coût de base 2013. Des ajustements sont effectués soit par reconduction du ratio sur le coût d'investissement 2013 soit par un recalcul. Dans ce cas, les fréquences de 2013 ont été conservées mais des changements dans les durées d'exploitation (EP1) et d'assiettes (prise en compte des équipements mécaniques) ont pu accroître la jouvence. Le calcul des échanciers de jouvence a été simplifié (piquets de jouvence et non plus une courbe d'investissements suivant celle des investissements initiaux).	Consolider les fréquences de jouvence par métier (APS). Confirmer la pertinence des ratios de REX utilisés pour le calcul des jouvences (30% pour le démontage, 100% pour la reconstruction à neuf, 10% pour l'électricité...).
MOE-MOA	20% de M&T (T1, Tu, Jouvence et démantèlement)	Les ratios MOE réalisation ont été réduits pour tenir davantage compte de l'effet de répétitivité et de taille des ouvrages. Tous les REX n'ont pas été jugés applicables par l'Andra. Les coûts de MOE et MOA ont évolué en suivant les nouvelles assiettes et le nouveau planning (PMT étendu jusqu'au début d'exploitation).	La principale divergence concernant le taux appliqué au SS2 et au taux de MOE conception (cf. Liste des points restant en discussion entre l'Andra et les producteurs).
Compléments d'estimation	N/A	Ces composantes estimées au niveau du remontage de la MOE-Système sont incluses dans le coût de base. L'approche de cette phase d'optimisation ayant privilégié les calculs par ratio, ces compléments d'estimation ont été – de même que les coûts unitaires – conservés à l'identique de 2013.	Valider ces éléments lors des échanges avec les MOE-SS (APS) et l'obtention de bordereaux de prix (APD).

Autres postes	Poids	Actualisation à Octobre 2014 des acquis d'Esquisse et suivi des recommandations sur le coût de base 2013	Points d'attention pour la fin d'APS/APD
Incertitudes	N/A	<p>Les incertitudes de 2013 ont été majoritairement reconduites. Certaines ont évolué pour tenir compte des analyses récentes sur les REX (ventilation, béton) et d'autres ont été créées (exploitation, utilités externes). Les fourchettes traduisent le haut niveau de confiance dans le dossier de chiffrage Esquisse.</p> <p>Néanmoins, le contexte de la phase optimisation et la déclinaison des exigences de réversibilité inviteraient à considérer le chiffrage avec prudence, par exemple en élargissant la fourchette des incertitudes par rapport au coût de base 2013 (notamment pour les poste équipements et installations souterraines).</p>	<p>Les données MOE-SS pourront servir à ajuster le calcul des incertitudes (APS).</p>

Phase Exploitation	Poids	Actualisation à Octobre 2014 des acquis d'Esquisse et suivi des recommandations sur le coût de base 2013	Points d'attention pour la fin d'APS/APD
Coûts d'exploitation et de maintenance	<p>27% du coût global</p> <p><i>19% du coût global</i></p>	<p>Les coûts de personnel ont significativement évolué pour tenir compte des nouvelles chroniques, d'une plus grande automatisation du process et d'un meilleur ajustement des taux horaires aux fonctions.</p> <p>La démarche d'établissement des coûts d'exploitation et de maintenance (dimensionnement des budgets de fonctionnement, postes fonctionnels,) se base sur une approche semi-analytique détaillée (taux de sous-traitance, régimes de travail...) appuyée sur des REX. Les hypothèses retenues sont explicitées même si certaines sources REX ou jugements d'experts utilisés pourraient être davantage tracés.</p> <p>Sous réserve d'une correction sur la valorisation pour le SS1 qui sera effectuée en vB, les pièces de rechange ont été calculées de la même manière qu'en 2013.</p> <p>Des incertitudes sur les postes d'exploitation ont été intégrées dans le modèle Crystal Ball en vB.</p>	<p>Quelques hypothèses structurantes (sensibilité à la chronique des déchets et à la conception du bâtiment de surface, taux horaires, mutualisation de certaines fonctions, périmètres des activités sous-traitées, cible précise des postes fonctionnels) devront être approfondies dans les phases ultérieures (APS et APD).</p> <p>Les coûts d'énergie d'exploitation seront à affiner (notamment sur des potentielles optimisations et un coût unitaire du kWh ajusté) en APS.</p> <p>Les hypothèses de dimensionnement du siège dans les années à venir seront à consolider (impact sur le taux horaire du personnel Andra) en APD.</p>

Autres thématiques	Actualisation à Octobre 2014 des acquis d'Esquisse et suivi des recommandations sur le coût de base 2013	Points d'attention pour la fin d'APS/APD
Robustesse globale des fichiers	<p>Pour chacun des sous-systèmes d'investissement, des fichiers de calcul simplifiés ont été créés pour tracer la reprise des coûts 2013 et la traduction des nouvelles optimisations intégrées dans la base 2014.</p> <p>Chaque fichier couvre l'intégralité de son sous-système.</p> <p>Une note de synthèse a été rédigée par Gaiya pour tracer les modifications effectuées depuis le coût de base 2013.</p> <p>Par ailleurs, à l'inverse du coût de base 2013⁹, le chiffrage Octobre 2014 consolidé par l'Andra comporte peu de modifications par rapport au dossier technico-économique des coûts d'investissement fourni par Gaiya (en l'occurrence correspondant au jalon Japs3b).</p>	<p>Le remontage par l'Andra a été simplifié par ces nouveaux fichiers, même si ces fichiers nécessitent l'entrée de nombreuses données manuellement.</p> <p>Une nouvelle structure du chiffrage est prévue pour les phases ultérieures.</p> <p>Le retour d'expérience sur les fichiers de chiffrage invite à préconiser pour la nouvelle structure du chiffrage un nombre restreint de fichiers, suffisamment connectés pour éviter les erreurs de recopie et d'actualisation (ou avec des calculs de vérification robuste) et utilisant une nomenclature détaillée pour les équipements.</p>
Construction du coût de base	<p>Comme en 2013, le chiffrage est constitué d'éléments provenant directement de la MOE-Système et d'autres estimés plus directement par l'Andra (MOE, exploitation et maintenance, certains correctifs de périmètre). Nous n'avons pas relevé d'erreur dans la construction du chiffrage (application des ratios, multiplication des quantités par des prix unitaires, consolidation globale par poste et sous-système) ou bien elles ont été corrigées pour la vB.</p> <p>La plupart des pistes d'optimisations intégrées ont été évaluées par Gaiya à l'aide de ratios calculés sur le coût de base 2013 ajustés à la nouvelle configuration (nouveaux volumes excavés, nouvelles surfaces de bâtiment, nouveaux linéaires...).</p> <p>De ce fait, l'approche choisie ne permet pas toujours le même niveau de précision par métier et par ouvrage que dans le coût de base. (ex: équipements, installations souterraines...). De même, sur certains postes, le niveau d'incertitudes technico-économiques est plus élevé qu'à la fin du coût de base 2013.</p> <p>Les travaux menés confirment la traduction correcte dans les fichiers de chiffrage des optimisations et les quelques erreurs relevées ont été corrigées.</p> <p>Une analyse a été menée par l'Andra pour s'assurer de la cohérence de la consolidation globale entre les compléments d'estimation, les incertitudes, les risques et les aléas, poste à poste.</p>	<p>Valoriser les éléments provenant des MOE-SS (coûts unitaires.....).</p> <p>La construction du coût de base en fin d'APS devra garder les exigences de traçabilité et de robustesse de la phase Esquisse. En particulier, l'intégration des travaux en cours (retours des MOE-SS en termes de conception et de coûts unitaires, clarification des périmètres sur les sous-systèmes 3 et 5, avancées de conception des équipements...) devra permettre de tracer les choix effectués et les sources utilisées afin de pouvoir documenter les écarts par rapport au chiffrage Esquisse.</p>

⁹ Le rapport n°2 de PwC détaille les optimisations intégrées en base dans le dossier jesq5 pour aboutir au coût de base 2013.

Autres postes	Poids(*)	Actualisation à Octobre 2014 des acquis d'Esquisse et suivi des recommandations sur le coût de base 2013	Points d'attention pour la fin d'APS/APD
Risques	~ 9% de T1 ~ 4% de Tu	Le suivi des prescriptions des normes, des bonnes pratiques des secteurs de l'ingénierie, de la construction et des travaux souterrains, la catégorisation des risques (programme, externe, phase AVP....) ainsi qu'une revue par un expert indépendant (ajoutée à l'analyse de la valeur) garantissent un bon niveau de complétude des risques et opportunités à ce stade du projet. Ce registre des risques et opportunités (et les appréciations de leur criticité) est partagé au sein du GT Coût DGEC pour leur suivi. Globalement la somme des opportunités est bien supérieure à la somme des risques par rapport à une approche qui aurait retenu les opportunités en base avec des risques de ne pas les réaliser. Ceci traduit que le coût de base est centré sur une valeur que l'on peut considérer comme prudente.	Confirmer le périmètre de certaines assiettes retenues pour le calcul
Opportunités	~ 2% de T1 ~ 26% de Tu		Etablir des ordres de grandeur des opportunités AVP (APS) Assurer le pilotage technico-économique de l'instruction des opportunités (APS/APD)
Aléas		Des coefficients différents sont appliqués entre T1 et Tu afin de prendre en compte que des aléas plus conséquents sont attendus en phase T1.	
Modèle Crystal Ball		Sous réserve de quelques erreurs qui seront prises en compte en vB le modèle est conforme aux données du dossier de chiffrage.	
Limites du modèle		Comme indiqué au chapitre §1.2, compte tenu de l'échelle de temps du projet (> 100 ans), les coûts des tranches au-delà de quelques décennies doivent être considérés avec une grande prudence. En particulier, les éléments suivants ne peuvent être pleinement appréhendés aujourd'hui : <ul style="list-style-type: none"> • Incertitudes techniques (technique de creusement, de chemisage, courbe d'apprentissage...) • Incertitudes sur les coûts d'exploitation : coût de personnel, robotisation, coûts des secours, structure des coûts de personnel, fiscalité, assurances... D'ailleurs, les limites à considérer dans le cadre de grand projets d'investissement publics (taux d'actualisation, analyse coûts/bénéfices ont fait l'objet de nombreux rapports (Rapport Lebegue 2005, Rapport CGSP : "L'impact socioéconomique des investissements publics, Sept. 2013"....). 	

(*) Calculé comme l'impact fois la probabilité moyenne du registre.

4. Analyse du coût de base des investissements

L'Andra a estimé le coût de base des investissements optimisé à partir de l'estimation du coût d'investissement (construction, fermeture, démantèlement et jouvence) transmis par Gaiya au jalon Japs3b correspondant à la version vD de la chronique des déchets PIGD.

Les coûts d'investissement 2014 (version A et B) consolidés par l'Andra sont directement issus des coûts établis par la maîtrise d'œuvre Gaiya à partir du Jalon Japs3b (seules deux optimisations concernant le SS4 - réduction du coût de transport en surface du marinage et l'optimisation du GC des cellules de manutention - sont réalisées directement par l'Andra sur son fichier de chiffrage).

Comme présenté au § 2, les travaux réalisés par PwC ont porté sur :

- La vérification de la construction de la grille de chiffrage Andra¹⁰,
- La conservation (ou non) des optimisations intégrées en base en 2013,
- La méthode de chiffrage des nouvelles optimisations (méthodes d'estimation et structure des fichiers de chiffrage),
- L'évolution des coûts unitaires retenus (l'Andra a décidé de reconduire la quasi-totalité des coûts unitaires de 2013),
- Les évolutions des quantitatifs depuis le coût de base 2013.

Ils ont aussi intégré un suivi des commentaires et des recommandations du rapport d'étape n°2 au regard des éléments modifiés depuis coût de base 2013.

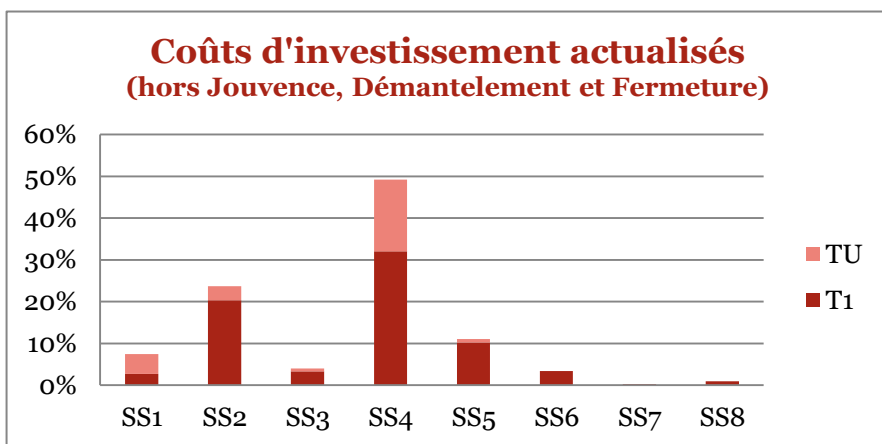
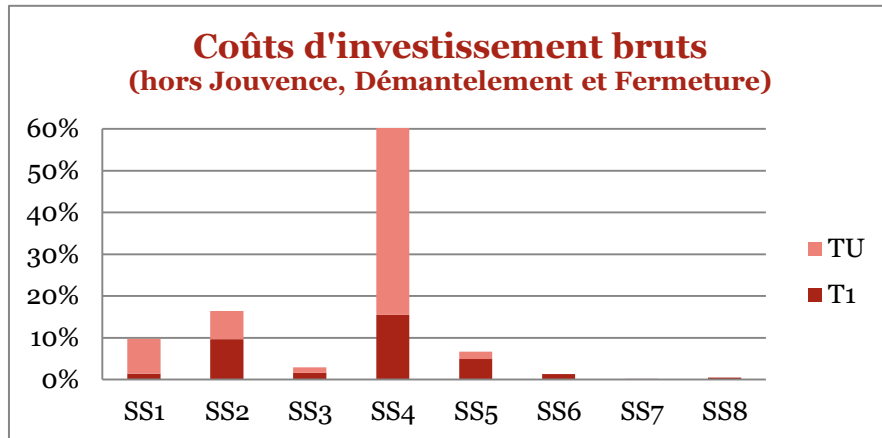
Les travaux réalisés ont permis de confirmer que les pistes d'optimisation et leur impact tels que décrits par l'Andra et sa maîtrise d'œuvre sous-système ont été dans leur ensemble correctement traduits dans les fichiers de chiffrage.

4.1 Analyse du coût d'investissement « base Andra Octobre 2014 »

Les données chiffrées présentées dans cette partie sont basées sur le dossier de chiffrage du 9/10/2014 (version vB).

Poids relatif des principaux postes du coût global d'investissement non actualisé incluant la MOE et la MOA (Chiffrage « coût de base Andra » 2014, vB)					
	T1	Tu	Fermeture/ Démantèlement	Jouvence	TOTAL
SS1- Process nucléaire	1%	6%	1%	0%	8%
SS2- Bâtiments nucléaires de surface	7%	5%	1%	5%	18%
SS3-Installations conventionnelles de surface	1%	1%	0%	1%	4%
SS4- Liaisons surface-fond et ouvrages souterrains	11%	34%	3%	8%	57%
SS5- Installations transverses	4%	1%	1%	6%	12%
SS6- Utilités externes et aménagements hors site	1%	0%	0%	0%	1%
SS7- Colis de stockage	0%	0%	0%	0%	0,1%
SS8- Système de transfert incliné des hottes	0,3%	0,0%	0,0%	0,2%	1%
TOTAL	26%	48%	6%	21%	100%

¹⁰ la référence examinée était le document Chiffrage 2014 – 20141009-1800_VERSION EN COURS.xls correspondant à Ref. C10.



Les analyses de ce chapitre ont été effectuées sur les coûts non actualisés. Pour certains postes (comme par exemple le démantèlement) la prise en compte de l'actualisation¹¹ a un impact notable sur le poids relatif du poste dans le coût total.

Les coûts présentés ci-dessous par sous-système intègrent des compléments d'étude (aussi appelés Divers non décrits et Imprévus après commandes) **mais les frais MOA/MOE sont traités à part** (cf. §4.1.10). Une analyse de ces compléments d'étude est réalisée dans le paragraphe sur la consolidation finale du chiffrage (§7.3).

Dans la suite, on fait référence aux notes décrivant la configuration technique pour chaque sous-système. Par ailleurs, l'Andra a joint au dossier de chiffrage un plan de développement des composants du projet Cigéo (ref C18) décrivant plus précisément les travaux prévus par l'Andra (activités et planning) pour concevoir et démontrer les performances des ouvrages de stockage, de liaison et de fermeture en lien avec la configuration technique retenue pour le chiffrage Esquisse.

4.1.1 Process nucléaire (sous-système 1)

Liste des documents et fichiers analysés et des principales réunions tenues :

- Chiffrage 2014-20141009-1800.xls (version du 09/10/2014)
- Fichiers Gaiya SS1 Chiffrage 2014 rev3.xls
- Note Andra Ref C1 Process nucléaire et Ref. C7 Système de transfert incliné des hottes (Funiculaire)
- Synthèse Gaiya sur les optimisations 2014
- Entretien Andra avec le chef de service Manutention Colis du 02/09/2014

¹¹ Avec un taux arbitraire et indicatif de 3% net.

SS1 Postes (M€)	T1	Tu	Total Coût de base Andra 2014 vB	Différence / coût de base 2013
Process surface et commun	21	5	26	7
Process MAVL	97	736	833	26
Process HA	23	284	307	-91
TOTAL	142	1 025	1 166	-58
Jouvence			21	-3
Démantèlement			112	-4
Fermeture			13	-1
TOTAL			1 312	-66

NOTA : Les coûts de fermeture des alvéoles MAVL sont désormais inclus dans le SS1 (rapatriés du SS4) pour un montant de 267k€/alvéole x 50 alvéoles soit ~13 M€.

La principale optimisation précédemment intégrée dans le chiffrage du coût de base 2013 était la baisse du nombre d'équipements consécutive à la baisse du nombre d'alvéoles.

Les **optimisations intégrées** dans le chiffrage d'Octobre 2014 sont les suivantes :

- Nouvelle baisse du nombre d'alvéoles MAVL de 52 à 50 ;
- Mutualisation des hottes ainsi qu'une réduction du nombre de façade d'accostage.

4.1.1.1 Description des travaux menés

Les travaux menés ont consisté en :

- une vérification du bon remontage des valeurs Gaiya dans le chiffrage Andra,
- une analyse des principales évolutions depuis le coût de base 2013 (méthodologie de calculs),
- une identification des principaux postes d'équipements de base.

4.1.1.2 Description de la méthode d'estimation

Gaiya a établi les coûts des équipements selon 3 options, reposant principalement sur la méthodologie utilisée dans le coût de base 2013 :

- Utilisation d'un prix au kilogramme par typologie (voir la description du coût de base Ref. P2)
- Analogie avec les prix Fourniture et/ou Main d'œuvre obtenus dans le coût de base 2013
- Evaluation par jugement d'expert

Constats

- Sur la base des tests unitaires menés sur des équipements de typologies différentes (selon la désignation utilisée lors du chiffrage 2013), certaines évolutions ont été constatées sur les coûts unitaires des équipements sans que ces évolutions à dire d'expert n'aient été explicitées.
- Alors que dans le chiffrage de base 2013 le coût de la main d'œuvre se décomposait en coût de Montage et d'Essais, le chiffrage de base 2014 ne propose pas cette répartition. Ces coûts sont inclus sans distinction dans les prix de main d'œuvre de chaque équipement.
- Le choix entre les 3 méthodes n'a pas été explicité au cas par cas mais ces méthodes sont usuelles en phase Esquisse (dans cette phase d'estimation, la méthode par jugement d'expert a été beaucoup plus retenue que dans le coût 2013).

Points d'attention

- Nous n'avons pas pu identifier de documentation précise permettant d'obtenir une bonne vision globale des équipements, en termes de nomenclature, de localisation dans les bâtiments, de références vers les

spécifications techniques et les méthodes d'estimation etc. Un document synthétique serait précieux à ce stade des études.

- Comme la liste des nouveaux équipements du SS1 est difficilement comparable avec la liste du coût de base 2013 (dénomination, nature des équipements, séparation différente des postes Fourniture/Main d'œuvre/Essais), l'analyse des évolutions des coûts est difficile. On propose ci-dessous un tableau de synthèse des principaux équipements avec leurs coûts unitaires.
- Le fait que la part des essais ne soit pas clairement identifiée dans la main d'œuvre, contrairement au coût de base 2013, reste usuel en phase Esquisse. Néanmoins, l'identification précise de ces activités (avec distinction entre essais de lots et essais d'ensemble), des parties prenantes responsables, de leur ordonnancement et de leur coût est un fort enjeu pour les phases ultérieures d'avant-projet.

4.1.1.3 Tableau de synthèse des équipements

Désignation SS1	Nb d'items	Coût total M&T (hors DND, IAC et provisions) (k€)	Coût unitaire (k€)	Commentaires par rapport au coût de base 2013 ¹²
Ensemble façade d'accostage + portes	50	319 275	6 386	Ordre de grandeur comparable
Pont gerbeur CS1 à CS5	47	103 400	2 200	
Cadre fixe HA1/2	1 465	96 690	66	
Porte intérieure alvéole MAVL pont gerbeur CS1 à CS5	47	85 968	1 829	
Voie galerie d'accès HA	35 520	55 766	2	Augmentation du coût unitaire
Élévateur de CS	47	51 300	1 091	
Bouchon de radioprotection fermeture HA (BRPF)	1 537	43 421	28	Diminution du coût unitaire
Système de transfert CS en cellule	47	37 600	800	
Navette accostage MAVL	50	29 963	599	Augmentation du coût unitaire
Voie pont gerbeur alvéole CS1 à CS5	22 489	16 867	1	
Cadre mobile HA1/2	100	13 200	132	
Hotte modèle CS2-3	5	12 228	2 446	Diminution du coût unitaire
Voie galerie de liaison	6 913	10 854	2	Augmentation du coût unitaire
Hotte modèle CS1-4-6-7	5	10 385	2 077	Ordre de grandeur comparable
Hotte modèle CS5	5	9 045	1 809	Ordre de grandeur comparable
Hotte HA modèle HA1/2 D570	5	9 012	1 802	Diminution du coût unitaire
Treuil récupération pont gerbeur (lièvre)	94	8 187	87	Nouvelle configuration faisant suite à un remplacement d'un chariot par un pont et un treuil
Machine à Levage Limitée parc à hotte	1	8 000	8 000	
Hotte HA modèle D635 (AVM)	4	7 464	1 866	Diminution du coût unitaire
Navette HA	5	6 765	1 353	Augmentation du coût unitaire
Hotte HA modèle D570	3	5 407	1 802	Diminution du coût unitaire

Total Sélection 940 795 k€
Total F&P Equipements SS1 1 025 982 k€
 (hors DND, IAC et provisions)
 Périmètre sélectionné 92 %

Par ailleurs, les frais liés aux équipements sont calculés par ratio en utilisant le même ratio que le coût de base 2013.

La réduction du poste SS1 sur T1+TU (y compris DND, IAC, frais liés aux équipements) est de - 5% (-58 M€) par rapport au coût de base 2013.

¹² Il a été supposé que les nomenclatures proches recouvraient des périmètres identiques entre 2013 et 2014.

Comparaison au niveau agrégé pour une cellule de manutention.

De même que dans le rapport n°2, le coût consolidé d'une cellule de manutention est proposé à titre d'illustration des coûts SS1. A Jesq5, une **cellule de manutention** composée d'un ensemble façade accostage plus porte table tournante, de chariots, d'une navette, d'un pont de maintenance, d'une porte intérieure alvéole, et de rails alvéole était de l'ordre de 13,9 M€ proche de l'évaluation SGN de 2009 (voir détails dans Rapport PwC Ref. P2).

Compte tenu des évolutions d'équipements (fonctions/nomenclature), la comparaison n'est pas immédiate. A ce stade, une comparaison similaire aux premières comparaisons donne un montant de **15,7 M€**¹³.

	Coût unitaire	Quantité	Estimation Coût de base 2013 (k€)	Estimation Coût de base 2014 (k€)
Poste télémanipulateur	378	1	378	25 ¹⁴
Pont de maintenance (ex "Pont de maintenance sas gerbeur avec télémanipulateur (yc hublot)")	145	1	145	
Chariot gerbeur MAVL déchargement	433	1	433	752
Chariot gerbeur MAVL stockage	433	1	433	2128
Ensemble façade d'accostage + portes	6 657	1	6 657	6 386
Porte d'accostage alvéole MAVL	166	1	166	599 ¹⁵
Porte intérieure alvéole MAVL chariot gerbeur	999	1	999	1 723
Système d'ouverture portes façade et hotte	166	1	166	
Table élévatrice alvéole MAVL	33	1	33	1026
Treuil alvéole MAVL	17	2	33	169
Table tournante alvéole MAVL	436	1	436	
Plancher d'accostage MAVL	259	1	259	98
Rail alvéole MAVL	1 780	linéaire	1 780	458
Autres				117
Cellule de manutention MAVL			11 918	13 481
Cellule de manutention MAVL yc DND + IAC (3,5%) + frais liés aux équipements			13 877	15 697

Comparaison au niveau agrégé pour les équipements du process MAVL.

Dans le coût de base 2013, le nombre d'équipements MAVL du SS1 s'élevait à 753 unités, pour un coût de 901 M€ (T1+Tu+démantèlement) (cf. Note Andra – coût de base 2013 SS1).

Le nombre d'équipements MAVL du SS1 de octobre 2014 s'élève à 577 unités, pour un coût de 928M€ (T1 + Tu + démantèlement) (Ref. C1) soit une réduction de 23% du nombre d'équipements alors que le coût a augmenté de 3%.

Toutefois, le périmètre d'analyse ayant varié de façon conséquente (suppression de certains équipements, ajouts de certains autres, nouvelles solutions techniques et modifications des caractéristiques d'équipements conservés, modification de la nomenclature) un coût moyen par équipement n'est pas pertinent. En revanche, un coût moyen d'équipements par alvéole permet de mieux traduire l'évolution du chiffre :

- Chiffre 2013 : 901 M€ / 52 alvéoles = 17,3 M€/alvéoles,
- Chiffre 2014 : 928 M€ / 50 alvéoles = 18,6 M€/ alvéoles.

¹³ € 2012, coût de fourniture et pose incluant les compléments d'estimation et les frais liés aux équipements (12,94% appliqués, pour simplifier, sur tous les coûts F&P), coûts MOE/MOA exclus

¹⁴ Equipement remplacé par un bras manipulateur monté sur roulettes et mutualisé.

¹⁵ Navette accostage MAVL

Constats et points d'attention

- Si l'évolution du nombre des équipements ne peut pas en tant que tel être utilisé pour appréhender les évolutions de coûts, une comparaison du coût moyen par alvéole des équipements MAVL conduit à relever une hausse de 10% depuis décembre 2013 (de 17,3 à 18,6 M€/alvéoles). Cette augmentation n'est pas reliée à une justification d'exigences techniques complémentaires ou à une nouvelle méthode d'estimation.
- La comparaison sur le poste significatif des cellules de manutention a aussi montré une légère augmentation même si des incertitudes demeurent sur la conservation des périmètres dans cet exercice à cause des modifications de dénomination qui conserve tout de même un ordre de grandeur comparable.
- Par ailleurs, l'étude des équipements des alvéoles MAVL confirme que chaque alvéole est dotée de ses équipements propres. Cela soulève deux points d'attention:
 - Le choix de peu mutualiser les équipements MAVL est issu d'une décision projet. Des études approfondies devront être menées en phase APD pour favoriser autant que possible des mutualisations d'équipements en lien avec la chronique d'utilisation/ fermeture des alvéoles. A date, cette possibilité est reflétée dans l'opportunité OTM-LT-09.1 pour des gains significatifs.
 - De plus, étant donné qu'une alvéole MAVL est censée être en exploitation sur une courte période (de l'ordre d'une dizaine d'années), les équipements contenus dans celle-ci qui lui sont donc spécifiques ne devraient pas faire l'objet de jouvence (cf notre point d'attention dans le § Jouvence 4.1.9). → **en version B, la jouvence sur les équipements d'alvéoles MAVL a été fortement réduite (~2M€)**
- **Enfin, dans la version vB, les coûts des postes « Opercule cellule de chargement HA » et « table tournante (orientation hotte HA) » remontent bien dans les coûts du Process HA et non plus en Process MAVL (comme en vA). Il s'agit d'un transfert de 2M€ sans impact au global sur le coût du SS1.**

4.1.1.4 Description des incertitudes retenues

Le coût de base 2013 avait retenu une loi uniforme -10/30% autour de la valeur Gaiya (cf. détails dans le rapport Ref. P2¹⁶).

Les incertitudes sur les équipements ont été modifiées pour tenir compte des effets d'échelle attendus et réduites à **-20/20%** en respectant une loi triangle centrée sur la valeur Gaiya.

Points d'attention

- Un effet d'échelle a été pris en compte ce qui était attendu par les parties prenantes. Ce positionnement est globalement plus favorable qu'une opportunité. Les effets d'échelle seront caractérisés de manière plus robuste en phase APD.
- Globalement ces incertitudes reflètent la méthode d'estimation retenue pour les coûts des équipements dans une première approche (fonctionnement idéal des équipements). Néanmoins, tout écart à ce fonctionnement idéal aura des conséquences qui ne sont pas prises en compte dans le chiffrage à ce stade ; il pourra s'agir des exigences de taux de disponibilité et de fiabilité des équipements ou des exigences relatives à la réversibilité. Les spécifications sur ces exigences devront être précisées ; leur prise en compte pourra avoir des conséquences significatives sur le dimensionnement et le coût du SS1 et des impacts sur d'autres sous-systèmes.

Conclusion sur la construction du nouveau coût de base SS1

- La démarche d'estimation est identique pour certains équipements (approche par poids) mais des avis d'expert ont davantage été sollicités pour l'établissement de la liste actualisée des équipements.
- Le nombre de certains équipements a été réduit conformément à la diminution du nombre d'alvéoles (-2 alvéoles soit -4%).
- De nombreux coûts unitaires sont d'ordre de grandeur comparable (les données des MOE-SS2 n'ont pas été explicitement utilisées). Néanmoins, des changements ont eu lieu (en particulier, le coût moyen des

¹⁶ La fourchette initiale des incertitudes avait été établie en particulier sur des analyses de typologie de coût au kg sur le coût de base 2013. L'estimation des équipements ayant évolué significativement en 2014, cette fourchette était surtout indicative.

équipements MAVL par alvéole a augmenté de ~+8%) qui ne font pas l'objet de justifications particulières quant aux exigences techniques supplémentaires ou quant à la méthode d'estimation.

- Les travaux menés n'ont pas relevé d'erreur de calcul ni de traductions des optimisations dans les nouveaux fichiers de chiffrage, ni dans les interfaces avec les autres sous-systèmes.
- Néanmoins, lors de la phase d'optimisation, un coût unitaire de rails très en dehors des fourchettes a été proposé par la MOE-SS2¹⁷. Même si le coût 2013 a été privilégié, aucun risque n'a été identifié dans le registre pour faire face à un surcoût potentiel, faute d'information robuste sur la pertinence du nouveau coût proposé. L'analyse de ce poste significatif sera un enjeu de la phase APS.
- Une définition plus précise des conditions de fonctionnement de ces équipements (disponibilité, modalité de réversibilité...) est nécessaire dans les phases ultérieures d'avant-projet. Elles pourront avoir des conséquences importantes qui ne sont chiffrées ni en incertitudes, ni en risques à ce jour. Globalement, les livrables techniques associés aux équipements (nomenclature, localisation précise des équipements, méthode de chiffrage etc...) devront être plus largement partagés avec toutes les parties prenantes (sous-système, système, Andra).

4.1.2 Bâtiments nucléaires de surface (sous-système 2)

Liste des documents et fichiers analysés:

- Chiffrage 2014 - 20141009-1800.xlsx (version du 09/10/14)
- Fichier Gaiya SS2 Chiffrage 2014 rev3.xls
- Note Andra Ref C2 Installations nucléaires de surface
- Synthèse Gaiya sur les optimisations 2014
- Entretien Andra avec le responsable contrat SS2 du 07/07/2014

POSTES (M€)		T1	Tu	Total Coût de base Andra vB 2014	Différence / coût de base 2013
Coût F&P (incluant Divers non décrits et Imprévus après commande mais excluant coûts MOA, MOE, aléas)	Bâtiments ¹⁸	598	405	1 003	- 386
	Equipements et frais liés	387	372	759	-111
	Sous Total	986	777	1 762	-497
Jouvence				775	153
Démantèlement				176	-50
TOTAL				2 714	-393

Les grandes évolutions du coût de construction T1 depuis le coût de base 2013 sont les suivantes :

Métiers	Gros œuvre & second œuvre	Mécanique	Ventilation	VRD	Electricité/Conduite	Tuyauterie	Frais de chantier	TOTAL
Ecart en M€	-300	-111	-72	-12	- 11	+2,8	-0,7	- 500 M€

La nouvelle répartition des corps de métier sur EP1 (hors MOE/MOA hors) est alors :

¹⁷ Les rails, désormais désignés comme « voies », ont été répartis selon trois typologies de coûts : 750 €/ml, 1350 €/ml et 1570 €/ml

¹⁸ Inclut les Terrassement / VRD / merlonage d'EP1 (pour 19 M€) et d'EP2 (9 M€).

	Gros Œuvre	Second œuvre	Mécanique Equipements	Electricité	Conduite	Ventilation	Tuyauterie
2014	34%	6%	40%	6%	3%	10%	1%
2013	39%	7%	34%	5%	2%	11.5%	0.5%

La comparaison globale des coûts bruts d'investissement EP1 sur Construction (C), Jouvence (J), Démantèlement (D) revient à :

- 2013 : 1544 (C) + 422 (J) + 154 (D) = **2 120 M€** (60 ans durée de vie)
- 2014 : 1047 (C) + 582 (J) + 105 (D) = **1 734 M€** (71 ans durée de vie)

Constats et point d'attention sur les évolutions du SS2

- Les coûts bruts d'investissement pour le bâtiment EP1 de traitement des colis MAVL ont été significativement réduits suite à sa reconception. En revanche, les coûts de jouvence ont augmenté du fait de l'extension de durée de vie du bâtiment. Des ajustements sur la durée de vie des équipements/réseaux d'EP1 ou sur la chronique des déchets devront être analysés pour optimiser ces coûts de jouvence.
- Les coûts EP2 n'ont pas été modifiés depuis le coût de base car aucune étude d'optimisation n'a été entreprise sur ce bâtiment construit pour l'exploitation des HA1/2 à partir de 2079. En revanche la prise en compte de la chronique PIGD vD a conduit à repousser de 4 ans l'investissement d'EP2.

Les optimisations précédemment intégrées dans le chiffrage du coût de base 2013 sont traitées de la manière suivante :

- *Coefficient de remplissage béton* => cette **optimisation macroscopique devient caduque** avec la reconception du bâtiment (pour la valeur du coefficient à date, voir commentaires sur le coût unitaire de GC)
- *Minimisation du tampon conteneurs et Positionnement des fonctions de déchargement des convois et de tampon d'emballages de transfert hors du GC nucléaire* : => ces **optimisations sont prises en compte** dans la reconception de EP1.
- *Optimisation de la prise en compte de la réversibilité dans EP2*. => **Optimisation maintenue**
- *Prise en compte du nouveau PIGD (vD)* conduisant à la suppression d'une nouvelle ligne de conditionnement.

Les nouvelles **optimisations intégrées** dans le chiffrage d'octobre 2014 sont les suivantes :

- Le travail d'optimisation et de reconception de EP1 (Japs3b) basé sur la chronique issue du PIGD vD a conduit à réduire les surfaces et les volumes de bâtiment ainsi que le nombre de lignes de process (2 au lieu de 3) en ré-agençant l'architecture des différents locaux en deux tranches linéaires dédiées au conditionnement des colis de déchets et un bâtiment juxtaposé permettant de réaliser les fonctions « hors ligne process » tels que les contrôles de second niveau et la reprise des non-conformités. Les détails de ces optimisations sont présentés dans la note Andra (Ref. C2).

4.1.2.1 Description des travaux menés

Les travaux menés ont consisté en :

- une vérification du bon remontage des valeurs Gaiya dans le chiffrage Andra,
- une analyse des principales évolutions depuis le coût de base 2013 en identifiant autant que possible la traduction des optimisations dans le chiffrage,
- une analyse des principaux coûts de base utilisés pour les bâtiments nucléaires de surface par rapport aux coûts 2013,
- une identification des principaux équipements du sous-système.

4.1.2.2 Analyse des coûts d'équipements pour les bâtiments nucléaires de surface

Le tableau ci-dessous présente une extraction des principaux équipements du SS2. A chacun de ces équipements sont associés des blocs du bâtiment EP1 dans la note Andra (Ref. C2)

Désignation SS2	Nb d'items	Coût total M&T (hors DND, IAC et provisions)	Coût unitaire
Porte d'accès blindée	49	34 117 k€	696 k€
Pont	54	34 075 k€	631 k€
Batardeau	18	27 000 k€	1 500 k€
Cuvelage	-	22 508 k€	-
Chariot	44	19 816 k€	450 k€
Table	24	17 151 k€	715 k€
Locomotive site	1	15 000 k€	15 000 k€
Poste de travail	42	13 616 k€	324 k€
Hublot	37	13 320 k€	360 k€
Porte blindée	44	12 802 k€	291 k€
Lorry motorisé	5	12 000 k€	2 400 k€
Trappe	22	11 191 k€	509 k€
Palonnier	95	10 620 k€	112 k€
Transbordeur	10	8 804 k€	880 k€
Rail	5760	5 732 k€	1 k€
Palette	140	5 600 k€	40 k€
Pont de maintenance	14	4 270 k€	305 k€
Grappin + rack	30	3 600 k€	120 k€
Sas de transfert	23	3 450 k€	150 k€
Accélérateur Haute Energie	2	3 000 k€	1 500 k€
Panier pour 1 Cts HA	40	3 000 k€	75 k€
Monte-charge	7	2 605 k€	372 k€
Equipement de contrôle	9	2 463 k€	274 k€

Total Sélection	285 740 k€
Total F&P Equipements SS2 (hors DND, IAC et provisions)	317 208 k€
Périmètre sélectionné	90 %

Les principes d'estimation des coûts des équipements respectent la méthodologie utilisée pour le coût de base 2013 (cf. Ref. P2). En revanche, pour certains équipements l'estimation d'expert remplace l'évaluation à l'aide des coûts de fourniture au kilogramme en fonction des typologies. A titre d'exemple, les ponts qui étaient précédemment évalués selon une estimation d'expert sont désormais évalués au poids (à raison de 20€/kg).

Constat

- Dans le cas d'une approche par coût au kilogramme (évaluation des rails), une simplification entre les chiffreages 2013 et 2014 a été opérée puisqu'un seul coût unitaire est désormais appliqué équivalent à 1000 €/ml à la place des trois anciennes typologies allant de 550€/ml à 1200 €/ml.
- Contrairement à la remarque portée sur le SS1, la précision des livrables techniques associés aux équipements (nomenclature, localisation précise des équipements, caractéristiques physiques) est jugée satisfaisante par l'Andra à ce stade des études. Toutefois, des détails sont attendus en phase AVP pour la zone de Contrôle de 2nd niveau et EP2.

Points d'attention

- Aucune justification n'est apportée sur le choix (modifié par rapport à 2013) d'opter pour la méthode d'estimation experte au lieu d'appliquer une typologie de coût au kilogramme, ou vice-versa.
- La liste des équipements (dénomination et nombre) et, de temps à autre, leurs coûts ont été profondément modifiés depuis le coût de base 2013 suite aux optimisations rendant difficile la comparaison avec 2013. Le niveau d'analyse et de détails sur ce poste est assez usuel en phase Esquisse mais inférieur au niveau du coût de base 2013, comme en témoigne la provision proposée par Gaiya de 15% pour couvrir les équipements non identifiés¹⁹. Cette provision s'ajoute aux compléments d'estimation (le taux faible 3,5% s'applique à tous les équipements de manière indifférenciée) mais par ailleurs, il faut souligner qu'aucun aléa n'est pris sur ce poste.
- Une définition plus précise des conditions de fonctionnement de ces équipements (disponibilité, modalité de réversibilité...) est nécessaire dans les phases ultérieures d'avant-projet. Elles pourront avoir des conséquences importantes qui ne sont chiffrées ni en incertitudes, ni en risques à ce jour. Globalement, les livrables techniques associés aux équipements (nomenclature, localisation précise des équipements, méthode de chiffrage etc...) devront être plus largement partagés avec toutes les parties prenantes (sous-système, système, Andra).
- La suppression d'une ligne de conditionnement (de 3 à 2) ne réduit pas les équipements d'un tiers car certains équipements ont été reportés sur les lignes restantes (postes soudures par exemple) afin d'assurer la prise en charge des colis.

4.1.2.3 Evolution des coûts des installations nucléaires de surface (hors Equipements)

L'Andra a modifié sa façon de présenter les fonctions du bâtiment EP1 : désormais l'organisation est divisée en « blocs ». Le tableau ci-dessous présente la correspondance entre les fonctions utilisées lors de la remontée du chiffrage de base Andra 2013 et celui par bloc :

Fonctions	Montants M€ (Coûts de base 2013)	Blocs ²⁰	Montants correspondant aux anciennes fonctions (Coût vB 2014 –M€)
Réception et chargement / déchargement des convois	7	Bloc 21 + bloc 22	32
Tampon emballages de transport	17	(Supprimé dans la configuration Japs3b)	N/A
Réception, préparation et déchargement des emballages	104	Bloc 1 + 90% bloc 3 + bloc 4	105
Contrôle et tampon CP	113	10% bloc 3 + 40% bloc 5 + bloc 6 + bloc 7	77
Tampon conteneurs MAVL	42	Bloc 2 + 60% bloc 5	28
Tampon conteneurs HA			
Conditionnement des CP MAVL en CS	92	Bloc 8	30
Conditionnement des CP HA en CS			
Contrôles de second niveau	105	Bloc 14 + bloc 15 + bloc 16 + bloc 17	99
Contrôle et tampon CS	196	Bloc 9 + bloc 10	52
Tampon hottes	74	Bloc 11 + bloc 12	67
Filière déchets	141	Bloc 18	74
Divers (utilités, maintenance, issues...)	104	Bloc 19 + bloc 20	49

¹⁹ Cette provision est aujourd'hui incluse dans le coût de base M&T des équipements SS2.

²⁰ Le bloc 13 n'existe pas et provient d'une ancienne numérotation non corrigée.

Les écarts dans les grandeurs caractéristiques du bâtiment sont synthétisés ci-dessous :

EP1	Coût vB 2014	Coût de base 2013 Grille de chiffrage Andra corrigée du 26/03/14	Variation en %
Surface développée du bâtiment (m ²)	94 000	~140 000	-30%
Volume Bâtiment (m ³)	705 000	~1 700 000	-60%
Volume de béton (m ³) (yc radier)	258 000	~420 000 (ou 490 000 avant optimisation du coefficient de remplissage)	-40% (ou -50%)
Volume à ventiler (m ³)	450 000	1 127 000	-60%

Globalement, la stratégie appliquée par Gaiya a été de reconduire les coûts unitaires du coût de base Andra 2013. Le tableau suivant dresse les évolutions de coûts macroscopiques et des méthodes d'estimation utilisées dans la phase d'optimisation en 2014.

Coûts unitaires induits	Coût vB 2014	Coût de base 2013 Grille de chiffrage Andra corrigée du 26/03/14	Commentaires sur le coût et la méthode d'estimation
Génie Civil (Gros Œuvre + second œuvre)	~1590 €/m ³	~ 1700 €/ m ³	Les coûts unitaires fourniture et pose des voiles, radiers (23%), planchers (21%), voiles (45%), Terrasses (11%) n'ont pas été modifiés. La différence s'explique par un agencement différent. Le coefficient de remplissage (volume de béton hors radier / volume du bâtiment) est de 28% ce qui est cohérent avec l'optimisation prise en hypothèse dans le coût de base 2013.
Ventilation (coût moyen nucléaire et non nucléaire)	~155 €/m ³	~150 €/ m ³	Les coûts unitaires (centrales de traitement, gaines et accessoires...) n'ont pas été modifiés. La légère différence s'explique par la nouvelle répartition des volumes (ventilation conventionnelle : 11%, C1 : 55% ; C2 :29% ; C3 : 1% ; C4 : 3%).
Electricité	~650 €/m ²	~520 €/m ²	Les coûts d'électricité n'ont pas été réestimés de manière analytique mais par une réduction proportionnelle basée sur la réduction des coûts des équipements entre le coût de base et juillet 2014 (règle de 3 sur le poste Mécanique EP1). La hausse du coût unitaire induite ne reflète donc pas une véritable évolution des coûts de base.
Conduite procédé	-	-	Idem Electricité
Tuyauterie			Les coûts de tuyauterie ont été augmentés par rapport au coût de base 2013 mais la proportion sur les coûts d'investissement de ce poste reste faible (2013 : 0,4% et 2014 : 0,8 %). Contrairement à 2013, un coût global est établi à partir d'un ml/m ³ de bâtiment issu d'un REX ²¹ .

²¹ Un ratio ml/m³ établi par expert est appliqué sur le nouveau volume de bâtiment et un coût moyen de métal au mètre linéaire de tuyauterie est appliqué.

4.1.2.4 Evolution des incertitudes

Postes SS2	Coût vB 2014	Coût de base 2013	Commentaires
Génie Civil (Gros Œuvre + second œuvre)	-37/+25% Loi triangulaire	0/47% Loi triangle	La reconception d'EP1 plus simple a conduit à un coût unitaire plus faible. Les travaux permettant d'explicitier les périmètres des valeurs de REX ont conduit l'Andra à étendre la fourchette basse tout en resserrant les valeurs autour de la valeur de 2014. Le poste étant, par ailleurs, moins important, l'impact global de ce poste sur le coût total est réduit par rapport à 2013. La démarche suivie est décrite plus en détail ci-après.
Equipements			
SS1 (rappel)	-20/20% Loi triangle centrée sur la valeur Gaiya -10% (Voir § 4.1.1)	-10/+30% Loi uniforme	Les incertitudes sur les équipements ont été modifiées pour tenir compte des effets d'échelle attendus; cet effet est supposé plus faible sur le SS2 requérant des spécifications moins mutualisables d'un bloc à l'autre.
SS2	-10/ +20% Loi triangle centrée sur 0%, la valeur Gaiya		
Autres	Pas de changement		
Ventilation	-33/0% Loi uniforme	-7/+11% Loi triangle	Le décalage vers la gauche des incertitudes sur ce poste permet de prendre en compte l'écart significatif entre la valeur Gaiya recalculée en 2014 et les valeurs de REX disponibles. En particulier, c'est la valeur de la MOE-SS fournie en ce début d'APS qui a été utilisée pour calculer la nouvelle fourchette.
Electricité			
Conduite procédé		-50/+100% Loi triangle	Sans apport de nouvelles données, les incertitudes des postes Electricité / Conduite / Tuyauterie n'ont pas évolué depuis 2013.
Tuyauterie			

Le chiffrage par Gaiya du Génie civil (Gros Œuvre et Second Œuvre) des bâtiments nucléaires de surface ramené au m³ de béton était d'environ 1700 €/ m³ dans le coût de base 2013. Ce coût a été ramené à ~ 1590 €/ m³ dans le chiffrage de juillet 2014 suite à la mise en œuvre d'un agencement optimisé dans le bâtiment EP1 tout en gardant les coûts unitaires élémentaires de l'Esquisse (par nature d'ouvrages : radier, voile, dallage, plancher, poteaux/poutres).

Le périmètre inclus dans ce coût unitaire correspond au périmètre usuellement attribué aux génie-civilistes sur un chantier et contient les finitions appelées Corps Etat Secondaires (chapes, portes et fenêtres, étanchéité, toiture, DEP, cloisons maçonnées, enduits et peintures, faux plafonds, installation électrique de base). En effet, les seuls autres postes chiffrés dans le coût des bâtiments nucléaires Cigéo (mécanique, tuyauterie, ventilation, électricité, conduite) correspondent à des corps de métiers techniques impliqués dans le process.

L'Andra a cherché à conforter le coût unitaire qu'elle a retenu auprès d'industriels qui ont fourni des ratios de coût de génie civil plus élevés que le coût remonté par Gaiya. **Les valeurs fournies ont été analysées par l'Andra pour fixer la valeur haute du coût du m³.**

L'Andra a par ailleurs mené une analyse de comparative des valeurs dont elle disposait avec les REX apportés par les producteurs. L'analyse n'ayant pas pu conclure à un niveau macroscopique, le travail a été recentré sur les valeurs pour lesquelles l'Andra et les producteurs disposaient d'un niveau de détail suffisant. Il ressort de l'analyse que les différences semblent tenir aux coûts de matière première car les frais généraux et les heures/coûts de main d'œuvre sont assez comparables. Les projets comparés concernent des quantités de béton significativement différentes. Il est donc probable qu'il y ait un effet d'échelle important qui explique les différences constatées. Le contexte (négociations contractuelles, disponibilité des fournisseurs...) peut aussi être source d'explications de ces différences.

En conclusion, une comparaison sur des éléments a priori comparables montre des différences significatives que l'on peut rattacher à la nature des contrats et au contexte du projet. Ces éléments d'incertitude doivent être pris en compte dans le chiffrage. Par ailleurs, compte-tenu de la structure de chiffrage utilisée sur Cigéo, le coût unitaire de Génie Civil à examiner (qui est celui utilisé pour quantifier les incertitudes) doit bien représenter le poste complet « Gros Œuvre + Second Œuvre + Corps Etats Secondaires ». A ce titre, l'Andra retient comme **valeur basse de la fourchette le coût du m³** pour un bâtiment simple issu du REX de EDF (~700€/m³) augmenté d'un ordre de grandeur pour les Corps Etats Secondaires similaire à celui reconnu sur ICEDA (~300€/m³) soit une valeur de 1000 €/m³ de béton en place.

Constats

- Les travaux réalisés n'ont pas mis en évidence d'erreur de calculs à partir des données Gaiya.
- Les coûts unitaires du coût de base ont été conservés. Toutefois, les optimisations liées à la reconception du bâtiment EP1 (béton, ventilation) induisent un coût unitaire « macroscopique » légèrement différent du coût de base.
- Les incertitudes ont globalement été revues à la baisse pour prendre en compte les effets d'échelle et les travaux de clarification des périmètres menés depuis le coût de base 2013.

Conclusion sur la construction du nouveau coût de base SS2

- Globalement les coûts unitaires élémentaires ont été conservés identiques aux coûts 2013.
- Toutefois, les montants des postes Electricité, Conduite, Tuyauterie (~10% d'EP1) ont été modifiés par ratios par rapport au coût de base. L'estimation n'est donc plus purement analytique et se rapproche d'une évaluation de type Esquisse. Les incertitudes sur ces postes demeurent importantes (traduites par une fourchette -50%/+100%). De plus, Gaiya a remonté une alerte sur le faible ratio de ces postes par rapport aux autres au regard de leurs REX. **De surcroît, une erreur a été relevée dans le calcul par ratio de la réduction du poste Conduite qui n'a pas pu être corrigée en vB qui conduit à une légère surestimation. Une reconstruction analytique apparaît donc nécessaire en phase APS.**
- Le coût unitaire de ventilation utilisé est un coût moyen qui ne reflète pas la classe de ventilation des différentes cellules (approche similaire au coût de base 2013). En revanche, le coût unitaire proposé par la MOE-SS qui est basé sur les différentes classes de ventilation et leur taux de renouvellement a été intégré dans la fourchette d'incertitudes retenue (cette valeur est proche de celle fournie par les producteurs dans la fiche GT coûts DGEC).
- Lors de la phase d'optimisation, un coût unitaire de rails très en dehors des fourchettes a été proposé par la MOE-SS2. Même si le coût 2013 a été privilégié, aucun risque n'a été identifié dans le registre pour faire face à un surcoût potentiel. L'analyse de ce poste significatif sera un enjeu de la phase APS.
- La liste d'équipements a été établie sommairement, à la suite de la reconception du bâtiment EP1. Elle devra faire l'objet d'attention en phase APS.
- L'applicabilité à EP2 des optimisations sur EP1 devra être analysée dans les phases ultérieures²². Même si les montants en coût actualisé sont bien inférieurs, les gains pourraient être assez significatifs.
- **Le bloc 3 d'EP1 sera mis en service en 2048 (investissements prévus entre 2043 et 2047). L'impact de ce décalage a été pris en compte dans le dossier de chiffrage vB (impacts sur les coûts actualisés).**

4.1.3 Installations conventionnelles de surface (sous-système 3)

Liste des documents et fichiers analysés et des principales réunions tenues :

- Chiffrage 2014-20141009-1800.xls (version du 09/10/2014)
- Fichiers Gaiya SS3 Chiffrage 2014 rev3.xls

²² L'évaluation de cette hypothèse, couverte et chiffrée par l'opportunité 2014 OTM-LT-132 à hauteur d'environ 300 M€ et provenant de l'application d'un ratio de diminution de 30%, est confortée par la configuration de ce bâtiment qui n'intègre que la moitié des lignes de conditionnement du bâtiment EP1.

- Note Andra Ref. C3 Installations conventionnelles de surface
- Synthèse Gaiya sur les optimisations 2014
- Entretien Andra-avec le responsable contrat SS3 du 03/09/2014

Les coûts d'investissement du SS3 se décomposent de la manière suivante :

POSTES (M€)		T1	Tu	Total Coût de base Andra vB 2014	Différence / coût de base 2013
Coûts F&P (incluant divers non décrits et imprévus après commande) (M€)	Bâtiments	50	2	52	- 2
	Verses	79	174	254	- 45
	Equipements et frais sur les équipements	52	-	52	- 0
	Sous-total	183	174	357	- 47
Jouvence				250	- 7
Démantèlement				6 ²³	- 0
TOTAL				613	- 54

A l'exception de la première, les autres optimisations précédemment intégrées dans le chiffrage du coût de base 2013 sont reprises dans le chiffrage d'Octobre 2014 :

- *Mutualisation des installations conventionnelles avec les installations du Laboratoire souterrain* :
 - Report en Tu dans le fichier source bâtiment de Gaiya de l'investissement de l'auditorium, du bâtiment d'accueil du grand public, du bureau d'études exploitant Travaux neufs, de certains bâtiments administration ainsi que des casernes pompiers => **Optimisation non reprise dans le chiffrage d'Octobre 2014 car réorganisation des bâtiments voir optimisation SE40** (à date, il n'y a aucun investissement sur les bâtiments SS3 en Tu).
 - Mise à zéro des surfaces dans le fichier source Gaiya pour les bâtiments d'observation de l'environnement, en contrepartie d'une augmentation de la surface développée du bureau support exploitation => **Optimisation modifiée dans le chiffrage d'Octobre 2014** par l'intégration en un seul bâtiment des bâtiments d'« observation de l'environnement », la « MOE MOA Entreprises travaux » et « Suivi scientifique ».
 - Mise à zéro des surfaces dans le fichier source Gaiya pour la surface laboratoire de recherche => **Optimisation non reprise**: Le laboratoire de recherche a été renommé en Bâtiment de Suivi Scientifique dans le chiffrage d'Octobre 2014 cependant il fait l'objet de l'optimisation SE40.
- *Optimisation de la conception de l'étanchéité des verses mortes* traduite par la création d'un nouveau code métier 240-08 dans le fichier données permettant d'entrer un coût unitaire d'étanchéité réduit de 20% => **Optimisation maintenue (cf §4.1.3.3)**
- *Optimisation de l'organisation liée à la gestion des verses* traduite par la réduction du rendement de 0,2 à 0,1 h/m³ dans les codes métiers remblais => **Optimisation maintenue (cf §4.1.3.3)**

Les nouvelles **optimisations intégrées** dans le **chiffrage d'Octobre 2014** sont les suivantes :

- SE40: Mutualisation de bâtiments avec certaines installations du Centre Meuse/ Haute-Marne (Bâtiments), ajustement de l'option du coût de base SE18 : Optimisation des bâtiments conventionnels entre la zone descenderie et la zone puits (-260 m² de Bâtiments),
- SE30 Vo12: Réduction des excédents de déblais/ remblais entre la zone descenderie et la zone puits (Verses).

4.1.3.1 Description des travaux menés

²³ Correction du ratio du démantèlement appliqué aux équipements (10% → 5%)

Les travaux menés ont consisté en :

- une vérification du bon remontage des valeurs Gaiya dans le chiffrage Andra,
- une analyse des principales évolutions depuis le coût de base 2013 en identifiant autant que possible la traduction des optimisations dans le chiffrage et les variations de périmètres entre sous-systèmes,
- une analyse des principaux coûts de base utilisés pour les bâtiments et les verses, par rapport aux coûts de base 2013.

Aucune analyse spécifique n'a été conduite sur les équipements car ce poste reste identique au coût de base à Jesq 5.

4.1.3.2 Analyse de la méthodologie utilisée pour mettre à jour le coût des bâtiments :

Le travail d'optimisation des bâtiments courants a été réalisé sur la base des besoins exprimés par les exploitants de l'Andra. Il a été acté le souhait d'avoir un bâtiment unique définissant l'identité de Cigéo à l'entrée du site (regroupant les fonctions d'accueil du grand public et d'auditorium).

A ce stade des études, les expressions de besoin de chacune des maîtrises sous-système n'étant pas disponibles, le travail d'optimisation n'a pas pu être conduit sur les ouvrages dits "support" (atelier, ...), d'autres optimisations sont donc attendues dans les phases ultérieures.

Des ratios par métier (VRD, Gros œuvre, second œuvre, électricité, conduite, ventilation et tuyauterie) en fonction des surfaces au sol et des surfaces développées ont été calculés sur les valeurs du coût de base 2013.

Pour les bâtiments dont les métrés ont évolué, ces ratios ont ensuite été appliqués aux nouvelles surfaces issues des optimisations listées ci-dessus, de la façon suivante :

- Pour les bâtiments simples : le coût est obtenu à partir du ratio par m² au sol ;
- Pour les bâtiments ayant plusieurs niveaux : le coût est obtenu à partir du ratio par m² développé.

Pour les bâtiments non identifiés ou définis par une autre typologie dans le précédent chiffrage, les coûts sont évalués par analogie avec les ratios d'un bâtiment appartenant à une typologie estimée pertinente.

Les parkings et aires de stationnement ont été intégrés au périmètre du SS3. Ils étaient auparavant valorisés dans le SS5 et fondus dans les postes VRD, éclairage extérieur, clôture etc... Le coût des parkings et des aires de stationnement a été déterminé par Gaiya en utilisant les prix unitaires du coût de base 2013 et les surfaces (m²) de ces emplacements. Le coût inclut les travaux de préparation de sol, de revêtement, la collection et l'évacuation des eaux ainsi que l'éclairage.

Constats

- Un expert mandaté par l'Andra a procédé à une vérification de la cohérence de la liste de bâtiments retenus dans le chiffrage Japs 3 et n'a pas décelé de poste manquant. Il a également évalué la pertinence des typologies de bâtiments choisies par Gaiya au travers une analyse des prix unitaires par postes de dépenses. Même si la nature des projets utilisés pour établir les coûts par typologie n'a pas été précisée, aucune anomalie n'a été révélée.
- Par ailleurs, les surfaces des bâtiments ont fait l'objet de nombreux échanges entre Gaiya et l'Andra.
- Le coût des bâtiments du SS3 prend en compte une part importante (environ 40% des coûts) dédiée aux équipements mécaniques (de type pompe, chaudière, ascenseurs etc...). Après retraitement de cette part "fixe" d'équipement, la réduction des coûts des bâtiments se situe à -22% des coûts de construction M&T, ce qui est cohérent avec les mutualisations de bâtiments annoncées en optimisations.

Points d'attention

- Même si un expert extérieur sollicité confirme la couverture des fonctions attendues par l'Andra, les variations depuis 2013 qui ont mené à la nouvelle liste de bâtiments rend difficile les vérifications exhaustives de la traduction des optimisations sur les nouvelles surfaces de bâtiments conventionnels.
- L'estimation des nouveaux bâtiments reste dépendante des analogies avec les typologies existantes. Toutefois, l'expert extérieur n'a pas relevé d'aberration sur les ordres de grandeur des coûts macroscopiques des bâtiments.
- Les travaux de vérification ont relevé une incohérence sur la fin de vie du bâtiment ETE entre la note Andra (2065) et la matrice de chiffrage Gaiya(2030). La fin de vie du bâtiment retenue étant 2065 cela aura un impact sur les coûts de jouvence et les coûts d'investissement actualisés. → **Cela a été pris en compte dans la vB.** Le décalage d'investissement à 2030 des ouvrages Centre de formation exploitants cellule blindées et Plateforme développement essais (optimisation SE40) n'a pas été pris en compte dans l'échéancier d'investissement SS3 ce qui impacte légèrement le coût actualisé de ces ouvrages (Impact non significatif)
- De plus, dans la mutualisation des installations conventionnelles avec celles du laboratoire souterrain certains bâtiments sont manquants (37 : Etudes exploitant travaux neufs ; 38 : Support exploitant ; 41 : MOE/ MOA/ Entreprise travaux ; 178 : Support exploitation). Les dates de début d'exploitation devraient être corrigées en cohérence (039: Bureau Administration = Début d'exploitation 2031 et non 2025 et 075: Bâtiment de suivi scientifique : Début d'exploitation 2031 et non 2022)). Les impacts sont non significatifs dans le chiffrage.
- Les coûts de réseaux du parking ont été isolés dans une ligne du chiffrage mais le poste initial Réseaux EP/EV/EU/EIA n'a pas été modifié. Il semble donc exister un léger doublon (impact faible au maximum de quelques millions).

4.1.3.3 Analyse de la méthodologie utilisée pour mettre à jour le coût des verses :

Les hypothèses sous-jacentes à l'estimation des investissements nécessaires à la réalisation des verses sont identiques à celles utilisées pour le chiffrage de 2013 (Prix unitaire issu du coût de base 2013, coefficient de foisonnement égal à 1,2). Le coût de la couverture mobile a été reconduit à l'identique du coût de base 2013.

Les ordres de grandeur ayant servi de base aux calculs des coûts de base sont présentés dans le tableau ci-après :

	Coût de base 2013	Coût de base 2014	Ecarts en valeur	Ecarts en %	Impact chiffrage (M€)	Commentaires
Surface des verses (m²)	1 336 000	1 295 000	-41 000	-3%	N/A	Nos travaux n'ont pas permis de retracer l'établissement de la nouvelle surface des verses.
Verses (m³) (coefficient de foisonnement de 1,2)	7 800 000	9 966 721	2 166 721	28%	+ 29	Surfaces issues de Gaiya valorisées avec les prix unitaires 240-02 Etanchéité verse et 240-08 Etanchéité verse morte optimisée issus du coût de base 2013. Volumes issus de Gaiya valorisés avec le prix unitaire Remblais 240-04 issu du coût de base 2013
Surface d'étanchéité cumulée (m²)	5 344 000	2 591 000	-2 753 000	-52%	- 74	Application d'une répartition équivalente au coût de base entre étanchéité classique (36%) et optimisée (64%) (cf tableau ci-après)

Détail du calcul du ratio sur les surfaces classique / optimisée :

	Surface d'étanchéité classique	Surface d'étanchéité optimisée	Total
T1	972 000	340 000	1 312 000
Tu	972 000	3 060 000	4 032 000
Total	1 944 000	3 400 000	5 344 000
soit	36%	64%	

Constats

- Nos travaux n'ont pas mis à jour d'erreur dans l'utilisation des ratios de 2013 et dans l'application aux nouvelles surfaces et aux nouveaux volumes, selon les hypothèses simplificatrices retenues et dans la limite des informations contenues dans les fichiers de chiffrage.
- La démarche d'estimation reste identique au coût de base 2013 (méthode et prix unitaires).
- A date, tous les volumes en place (SS4) sont considérés dans les volumes de verses SS3. Une réduction du poste remblais en SS3 due à la non-gestion de 500 000 m³ de verses hors COX (pour un montant de 10 M€) devra donc être confirmée en APS, en cohérence avec l'analyse détaillée du comportement de ces verses à la surface. Cette réduction, si elle est confirmée n'impacterait pas la surface des verses (mais seulement la hauteur du monticule) : aucun impact n'est donc attendu sur les coûts d'étanchéité.

4.1.3.4 Mise au périmètre entre sous-systèmes :

Le sous-système 3 couvre la gestion des volumes excavés de roche argilique. Le sous-système 5 couvre la gestion des autres volumes excavés. Les coûts de transport en surface de l'ensemble des volumes excavés sont quant à eux inclus dans le sous-système 4.

Les variations de périmètre suivantes entre sous-systèmes ont été identifiées :

- SS5 vers SS3 : Les postes de garde, parkings et aires de stationnement étaient précédemment positionnés dans le SS5.
- SS3 vers SS5 : La caserne de pompier précédemment valorisée dans le SS3 fait désormais partie du bâtiment mutualisé « FLS ».

4.1.3.5 Jouvence :

La jouvence des bâtiments a été estimée dans le présent chiffrage en utilisant les ratios de jouvence calculés à partir du coût de base 2013 appliqués aux nouvelles surfaces.

Constat sur la jouvence

L'approche par ratios ne permet pas de prendre en compte les potentielles jouvences nécessaires sur les quelques bâtiments (auditorium....) dont l'investissement devait être reporté en TU.

4.1.3.6 Incertitudes :

Les incertitudes demeurent identiques à 2013 (-10/+10% pour les bâtiments conventionnels et -15/+15% pour les verses, en lois triangles) car aucun élément complémentaire de coût n'a été apporté.

Néanmoins, on précise ci-dessous les hypothèses techniques sous-jacentes au chiffrage. En particulier l'aménagement du site de stockage des verses SS3 en terrasses repose sur :

- l'hypothèse d'une bonne qualité des calcaires : des études et caractérisations des matériaux (leurs propriétés géotechniques/ la nature/ utilisation possible QHSE) sont actuellement en cours qui pourraient impacter le dispositif d'étanchéité et d'installation.
- l'hypothèse, qualifiée d'optimiste par l'expert de l'Andra, d'un coefficient de foisonnement de 1,2: des essais en laboratoire sont actuellement menés afin de tester la faisabilité technique Cette dernière réserve a été prise en compte par l'ajout au registre des risques 2014: RTM-LT-48: Evolution du volume des verses (hypothèse d'un coefficient de foisonnement de 1,6).

Les hypothèses techniques sous-jacentes à la gestion des verses permettent de penser qu'il n'existe qu'une faible sensibilité de conception des verses au flux des excavations.

En tout état de cause, une réflexion est en cours afin d'établir un optimum entre le transport des calcaires entre la zone puits et la zone descendrière, le coefficient de foisonnement, la structure des verses et l'emprise de la plateforme (l'intégralité du site est soumise à la contrainte de l'emprise foncière qui ne doit pas excéder 120 à 130 hectares). L'optimum sera défini en phase APD.

Conclusions sur le sous-système 3

- La démarche d'estimation reste identique au coût de base 2013 (méthode et prix unitaires).
- La liste des optimisations valorisées dans les fichiers de chiffrage est conforme à la description de la note Andra.
- Les évolutions de surfaces et fonctionnalités des bâtiments, qui pourraient être plus explicitement tracées, ont été validées par l'Andra.
- A l'exception du point d'attention sur les verses hors-COX qui sera examiné en APS, les travaux menés n'ont pas relevé d'erreur de calcul ni de traductions des optimisations dans les nouveaux fichiers de chiffrage, ni dans les interfaces avec les autres sous-systèmes.
- Même si fondamentalement, le niveau de précision reste identique au coût 2013 (mêmes prix unitaires, ajustement des quantités), l'approche par ratios réduit le niveau de traçabilité vis-à-vis des codes coûts initialement utilisés.
- Enfin, le traitement des verses repose sur des hypothèses structurantes qui devront être confirmées en phase APD. Les incertitudes prises ne couvrent pas explicitement des modifications significatives de configuration technique.

4.1.4 Liaisons surface-fond et ouvrages souterrains (sous-système 4)

Liste des documents et fichiers analysés et des principales réunions tenues :

- Chiffrage 2014-20141009-1800.xls (version du 09/10/2014)
- Fichier Gaiya Ref 6 SS4 Chiffrage 2014 rev3.xls
- Fichier Gaiya Ref 8 SS4 Chiffrage 2014 rev4.xls (non intégré au chiffrage vA de juillet 2014)
- Note Andra Ref C4 Installations souterraines
- Synthèse Gaiya sur les optimisations 2014
- Entretien Andra avec le chef de service Génie Civil du 30/07/2014

Les coûts d'investissement du SS4 se décomposent de la manière suivante :

POSTES (M€)		T1	Tu	Total Coût de base AndravB 2014	Différence / coût de base 2013
Coûts F&P (incluant divers non décrits et imprévus après commande)	Ouvrages fond	1 589	5 879	7 469	1 327
	Bâtiments	41	0	41	- 6
	Transport en surface du marinage par bandes transporteuses	51	57	108	18
	Equipements fond et frais liés	12	8	20	-21
	Sous Total	1 694	5 9544	7 638	1 318
Jouvence				1335 ²⁴	-72
Fermeture²⁵ et Démantèlement				520	54
TOTAL				9 493	1 301

Toutes les optimisations suivantes **précédemment intégrées dans le chiffrage du coût de base 2013** sont reprises dans le chiffrage 2014 vB:

- *Optimisation des capacités de stockage*
 - Suppression des boucles de galeries d'accès HA
 - Stockage en 3*2 des colis CS1 , Co- stockages physico-chimique et géométrique (cf § 2.2.4 de la Note Andra Ref C4)
 - Optimisation du dimensionnement des revêtements des galeries creusées au tunnelier => **Optimisation maintenue**
- *Augmentation des cadences de creusement MAP* (réduction des coûts de 15% sur le code métier 210-02- MAP excavation en pleine section due à une augmentation de cadence de 25% par rapport à Jesq5, ~2.5 ml/jour²⁶)
- *Laisser les équipements/ réseaux in situ lors de la fermeture (hors zone de scellement) c'est-à-dire suppression du poste démantèlement pour les ouvrages souterrains du SS4*
- *Optimisation de l'organisation envisagée en Esquisse liée à la gestion des verses et au transport en surface du marinage²⁷*
- *Optimisation du diamètre/ longueur utile des cellules de manutention MAVL et réduction des contraintes d'intégration²⁸*
- *Relâchement de la contrainte de DED de 3µS à 1m de la hotte* (gain de 25 cm sur le diamètre utile des galeries de liaison HA et MAVL ainsi que sur les galeries d'accès HA)
- *Mutualisation des installations conventionnelles avec les installations du Laboratoire Souterrain*

Les **nouvelles optimisations** intégrées dans le chiffrage d'Octobre2014 sont les suivantes :

- Localisation de la zone HAO à l'Est de la Zira pour optimiser l'utilisation de la ressource de stockage => **impact négligeable sur les linéaires**
- La réalisation de la boucle MAVL en deux phases, permettant un développement progressif de l'investissement, la prise en compte du retour d'expérience des premiers ouvrages et donnant ainsi plus de flexibilité pour la poursuite du développement de la zone MAVL. => **impact sur les coûts actualisés.**

²⁴ La réduction par rapport à la vA provient de la correction des corps de métier (conduite, tuyauterie) et de l'assiette de jouvence (pose et non pas « fourniture + pose »)

²⁵ Le coût de fermeture des alvéoles MAVL (blocs béton, code coût 370-2) de 14M€ est désormais dans les coûts du SS1.

²⁶ Une autre augmentation de cadence supplémentaire est listée en opportunité (Ref : OTM-LT-50.2).

²⁷ Cette optimisation a été réalisée directement par l'Andra dans son fichier de chiffrage global (optimisation « macroscopique »).

²⁸ Cette optimisation a été réalisée directement par l'Andra dans son fichier de chiffrage global (optimisation « macroscopique »).

- L'utilisation d'un revêtement souple pour certaines galeries réalisées à la MAP qui **se traduit par une évolution des postes creusement/soutènement et revêtement définitif (voir ci-après)**
- L'utilisation d'un matériau compressible pour les ouvrages réalisés au tunnelier (entre les voussoirs et les parois COX) qui **se traduit par une évolution des postes creusement/soutènement et revêtement définitif (voir ci-après)**

NOTA : La suppression des boucles de retournement dans la zone HA avait déjà été intégrée à Jesq5 (creusement à la MAP).

Outre, ces optimisations, l'Andra a pris en compte dans le chiffrage d'Octobre2014 les nouvelles évaluations thermo-hydromécaniques se traduisant par une augmentation de l'entraxe entre deux alvéoles HA et donc par un accroissement des linéaires (+ 20km) de galeries d'accès HA (impact faible) et des galeries de liaison HA (impact fort).

4.1.4.1 Description des travaux menés

Les travaux menés ont consisté en :

- une vérification du bon remontage des valeurs Gaiya dans le chiffrage Andra,
- une analyse des principales évolutions depuis le coût de base 2013 en identifiant autant que possible la traduction des optimisations dans le chiffrage et les variations de périmètres entre sous-systèmes,
- une analyse des principaux coûts de base utilisés pour les ouvrages fond, les bâtiments et le transport en surface du marinage, par rapport aux coûts de base 2013.

Le poste équipement n'a pas fait l'objet de variation et reste identique au coût de base 2013 excepté la cellule sectionneur coupure artères 20kV et la cellule disjoncteur 20kV qui ont été réaffectées au sous-système 5.

4.1.4.2 Analyse des métrés des ouvrages souterrains

Suite aux modifications énoncées ci-dessus, les linéaires ont évolué de la façon suivante :

Zone	Longueur totale 2013	Longueur totale 2014	Ecart km	Volumes excavés 2013 (en dam ³)	Volumes excavés 2014 (en dam ³)	Ecart dam ³	Causes
Descenderies	9,11	9,65	+0,54	732	704	-28	
Puits	2,63	2,63	-	127	110	-17	
Zone de soutien logistique	4,58	3,86	-0,72	297	232	-65	
Alvéoles MAVL	29,85	27,85	-2,00	1 803	1 893	+91	Réduction de deux alvéoles
Galeries MAVL	17,41	18,22	+0,81	1 325	1 276	-49	
Alvéoles HAO	8,16	6,00	-2,16	4	3	-1	Approche thermique plus fine par nature de colis
Galeries HAO	2,07	3,35	+1,28	149	276	+127	
Alvéoles HA1/2	144,80	145,37	+0,57	74	74	0	Ajustement de l'entraxe au nouveau facteur THM
Galeries HA1/2	29,67	51,50	+21,83	2 058	3 738	+1 680	
Total	248,27	268,42	20,15	6 569	8 306	1 737	

Les grandes caractéristiques sont les suivantes :

Nbre d'alvéoles	PIGD vD Andra Base 2014 vB	PIGD vB Andra Base 2013	Commentaire
MAVL (longueur 500 m)	50	52	Optimisations 2014
HAO (longueur : 80 m)	75	102	Modifications issues des variations des

HA 1/2 (longueur : 100 m)

1 473

1 448

chroniques et d'une analyse plus fine de la thermique des colis (entraxe en fonction du facteur THM retenu, caractéristique thermique par alvéole et distance entre colis)

Par ailleurs, la configuration de fin d'Esquisse conserve 2 descenderies et 5 puits²⁹.

Constats

Les travaux menés ont permis de confirmer l'ordre de grandeur de l'accroissement des linéaires de galeries dû au nouvel entraxe HA.

4.1.4.3 Mise à jour des coûts des ouvrages souterrains

Nos travaux ont relevé quelques erreurs de retranscription des coûts par métier de la matrice fond se traduisant par des inversions entre les différents corps d'état (en particulier électricité/ tuyauterie). Cela a été corrigé pour la version B du chiffrage dans le fichier Gaiya SS4 Chiffrage 2014 revB.xls.

Pour chacun des métiers du fond, le détail de la méthode utilisée est présenté ci-après :

- Pour les métiers principaux, des ratios sont calculés sur un ou plusieurs ouvrages similaires de l'Esquisse et appliqués sur les nouveaux quantitatifs correspondant au paramètre indiqué :

	Creusement / soutènement	Revêtement définitif	Ventilation	Remblaiement	Scellement	Dépose équipement
Paramètre utilisé	Volume d'excavation	Volume d'excavation	Volume d'excavation	Volume d'excavation	Volume d'excavation	Longueur totale ³⁰

- Pour d'autres métiers, une moyenne est calculée sur l'ensemble des ouvrages appartenant à une même zone (descenderie, puits, ZSL, MAVL, HA) à partir des coûts 2013. Cette moyenne est à nouveau appliquée au paramètre indiqué :

Zone	GC secondaire	Frais de chantier	Contrôle Commande
Descenderie	573 €/m ³	1 700 €/ml	1 270 €/ml
Puits	1 453 €/ml ³¹	927 €/ml	624 €/ml
ZSL	1 060 €/m ³	1 252 €/ml	494 €/ml
MAVL	717 €/m ³	1 430 €/ml	1 079 €/ml
HA	953 €/m ³	2 239 €/ml	850 €/ml
Paramètre	Volume béton complémentaire	Longueur totale	Longueur totale

- Enfin, pour les deux derniers postes, le même ratio d'électricité et de second œuvre que celui déterminé par zone d'ouvrages en 2013 est appliqué à l'assiette des autres métiers (creusement, GC secondaire...) :

Zone	Second œuvre	Electricité
Descenderie	1,6%	14,1%
Puits	2,2%	3,0%

²⁹ La réduction du nombre de puits (4) par mutualisation de certaines fonctions reste une opportunité sérieuse de probabilité 3 en T1, 0 en Tu (Ref : OTM-LT-16.2)

³⁰ Uniquement applicable sur les cellules de manutention – zone accostage MAVL

³¹ Pour la zone Puits le m³ excavé n'est pas représentatif, c'est donc la longueur totale qui est utilisée.

ZSL	4,3%	3,4%
MAVL	1,4%	6,6%
HA	1,1%	7,7%

De plus, l'évolution de la technologie de creusement pour certains ouvrages (galeries de liaison MAVL) a conduit à une diminution des linéaires excavés au tunnelier qui passent de 22 km à 11,6 km.

La mise à jour du prix unitaire de creusement au tunnelier dépend des paramètres suivants :

- La part de creusement dans le poste creusement-soutènement retenue dans le chiffrage d'Octobre 2014 est de 60%, estimée par jugement d'expert.
- L'évolution de l'amortissement du tunnelier. Elle est basée sur la variation du linéaire de galeries creusées au tunnelier entre les 22km en 2013 et les 11,6km en 2014.

L'impact du nouveau prix unitaire de creusement au tunnelier utilisé dans le chiffrage d'Octobre 2014 (vB) est une augmentation de **+30% sur le poste creusement/soutènement (+124M€)** par rapport au coût de base 2013 des ouvrages creusés au tunnelier.

Points d'attention

- Dans la présente version du chiffrage, le linéaire retenu est de 14,6 km ce qui ne correspond pas à la dernière mise à jour des grandeurs du SS4. Cette nouvelle diminution du linéaire a été prise en compte dans la vB, une nouvelle augmentation du prix unitaire de creusement au tunnelier est donc attendue (impact théorique + 100 M€).
 - En revanche, cette proportion 60-40 ne correspond pas à l'estimation analytique issue de la structure de calcul du coût de base 2013 qui place le creusement à 40% de ce poste (tout ouvrage creusé au tunnelier confondu). Cela a été corrigé en vB.
- ⇒ **En conclusion, avec les deux corrections proposées ci-dessus qui ont été prises en compte en vB, l'impact par rapport à la vA est une augmentation de +25M€. Toutefois, les galeries de liaison creusées par tunnelier « desc. Colis » et la galerie de liaison creusée par tunnelier « desc. Service » ne semblent pas avoir été impactées par ce changement de prix unitaire.**

De plus, l'utilisation d'un matériau compressible implique une nouvelle configuration de la section des ouvrages COX creusés au tunnelier (descenderie+ galeries ZSL+ certaines galeries de liaison MAVL) caractérisée par:

- La suppression du revêtement définitif (de 60 cm en 2013, gain de -150M€ par rapport à 2013) et la mise en place d'une couche de 20 cm de matériau compressible en 2014 ainsi qu'une complexification du béton projeté (traduite par une augmentation de 70 €/m³ estimée par jugement d'expert de la part béton projeté du poste creusement/ soutènement) soit une augmentation globale du prix unitaire de creusement / soutènement de + 21% (impact +40M€).
- Une réduction du diamètre excavé d'en moyenne 55 cm soit un gain des volumes excavés (traduit par une diminution du ratio de la section excavée qui passe de 80,91 à 72 m² (soit une variation de -11%).

Par ailleurs, l'utilisation d'un revêtement souple pour 9,6 km galeries de liaison creusées à la MAP (ZSL, MAVL et HA) se traduit par une suppression du poste revêtement définitif (-79M€ par rapport à 2013) et une augmentation du prix unitaire du coût de base 2013 de 8% par jugement d'expert (+19M€).

Toutes ces modifications aboutissent à des coûts moyens par ouvrage présentés page suivante :

Ouvrages de fond	2013	2014	Delta % m3 excavés	2013	2014	Delta % mL	Commentaires
	Coût au m3 excavé €/m ³	Coût au m3 excavé €/m ³		Coût au ml €/ml	Coût au ml €/ml		
Descenderies	562	691	23%	45 159	50433	12%	Effet creusement au tunnelier : augmentation du prix unitaire de creusement et suppression du revêtement définitif car mise en place du matériau compressible
Puits	1 087	1 192	10%	52 466	49 970	-5%	Revêtement étanche sur l'intégralité des puits , pas d'autre changement de conception mais correction des m3 excavés 2013 (sous-estimés)
Zone de soutien logistique	845	894	6%	54 844	53 765	-2%	Combinaison de plusieurs évolutions: - Soutènement souple sur 2 des galeries (augmentation du prix unitaire creusement soutènement et suppression du revêtement définitif) - Effet creusement au tunnelier augmentation du prix unitaire de creusement et suppression du revêtement définitif car mise en place du matériau compressible
Alvéoles MAVL	719	795	11%	43 655	54 500	25%	Analogie avec Ouvrage n°44 c'est-à-dire les Alvéoles de Stockage colis CS 5 (Diamètre utile 7,5m or certaines autres alvéoles dans la conception avaient des dimensions différentes)
Galeries MAVL	819	732	-11%	63 215	50 706	-20%	Combinaison de plusieurs évolutions: - Soutènement souple sur 2 des galeries (augmentation du prix unitaire creusement soutènement et suppression du revêtement définitif) - Creusement au tunnelier sur 2 galeries (augmentation du prix unitaire de creusement et suppression du revêtement définitif car mise en place du matériau compressible)
Alvéoles HAO	15 953	15 804	-1%	8 119	8 044	-1%	Ajustement marginal de conception.
Galeries HAO	793	551	-31%	57 254	45 397	-21%	Soutènement souple sur 1 des galeries (augmentation du prix unitaire creusement soutènement et suppression du revêtement définitif). Ajustement de l'entraxe et zone de déploiement (droite au lieu de gauche)
Alvéoles HA1/2	16 060	15 804	-2%	8 174	8 044	-2%	RAS
Galeries HA1/2	792	761	-4%	54 916	55 259	1%	Soutènement souple sur 2 des galeries (augmentation du prix unitaire creusement soutènement et suppression du revêtement définitif)

Enfin, l'impact de l'augmentation de l'entraxe entre deux alvéoles HA se chiffre à **1 280³² M€** pour la partie ouvrages souterrains et **28 M€** pour la part transport en surface du marinage correspondant.

Constats

Les travaux menés ont permis de confirmer que les coûts de base ont été conservés ou adaptés (amortissement tunnelier, nouveaux revêtements) en cohérence avec les hypothèses retenues pour cette nouvelle configuration.

Points d'attention

- L'augmentation du prix unitaire de creusement à la MAP de 8% n'est pas explicitée, cependant cela correspond au changement de méthode de revêtement (projeté vs coffré). Ce point sera à suivre en phase APD.
- La méthodologie de valorisation est différente selon les métiers. Cette approche est usuelle en Esquisse mais le niveau de détail par ouvrage et de traçabilité des coûts unitaires s'en trouve significativement diminué par rapport à 2013 (approche par moyenne par zone...).
- La faible évolution du ratio Creusement-Soutènement-Revêtement définitif (T1/TU), passant de 36,37 k€/ml en 2013 à 37,6 k€/ml en 2014, montre que les gains liés à l'optimisation matériau compressible sont absorbés par l'augmentation du coût de creusement au tunnelier dans le chiffrage version vB. Les gains portent donc majoritairement sur les volumes excavés.
- Globalement, les modifications sur la technologie de creusement, les revêtements et l'amortissement du tunnelier se compensent ce qui conduit à résumer l'écart entre le coût de base 2013 et 2014 à l'impact de l'entraxe des alvéoles HA.

³²Valorisé avec la variation de 22 km des galeries * Coût galeries MAVL / mL

4.1.4.4 Mise à jour des coûts des bâtiments SS4

La méthodologie utilisée est semblable à celle décrite dans le paragraphe 4.2.3.2.

Une mutualisation des émergences SS4 a été retenue dans la phase d'optimisation (on passe de 10 bâtiments à 5 : soit 1 par puits) ainsi qu'une suppression du bassin de décantation ce qui représente une économie de ~7 M€.

Constats

Les travaux menés ont permis de confirmer que les ratios appliqués pour chiffrer les bâtiments respectaient les coûts de base 2013.

4.1.4.5 Mise à jour des coûts du transport en surface du marinage

La méthodologie reste identique à celle utilisée dans le chiffrage du coût de base 2013 ; les nouveaux volumes excavés fournis par Gaiya sont chiffrés avec les coûts unitaires tels qu'optimisés en 2013 (de 10 à 20 €/m³).

Le coût du transport du marinage en surface augmente en lien avec l'évolution des volumes excavés (Impact : + 21%).

Constats

Les contrôles menés ont relevé des écarts sur la répartition par tranche (T1/Tu) des données Gaiya utilisées par l'Andra pour valoriser le transport en surface du marinage sur les MAVL et les HA mais l'impact sur le chiffrage est non significatif.

4.1.4.6 Coûts de Démantèlement et de Fermeture des ouvrages du fond

Le démantèlement des bâtiments et des équipements du sous-système 4 est bien calculé sur la base d'un ratio de 5% conformément à ce qui était fait dans le coût de base 2013. La mention contraire de la note Andra Ref. C4 sera corrigée en vB.

Par ailleurs et de la même façon que dans le coût de base 2013, les coûts de démantèlement des ouvrages du fond sont à zéro. Outre les activités de fermeture, les équipements et réseaux sont supposés rester sur place.

La fermeture se décompose en Remblai, Scellement et Dépose équipement. Pour les ouvrages du fond, les coûts attachés à ces postes sont calculés par ratio sur les volumes excavés ou sur la longueur totale avec le coût de base 2013. Or, 20% des coûts unitaires utilisés dans le chiffrage 2013 tels que le 370-05 Scelllements d'alvéoles HA, le 370-07 Dépose équipement, le 370-08 Scellement argile (liaison surface-fond et galeries) et le 370-09 Démolition revêtement sont valorisés à l'unité.

Point d'attention

- Les coûts de fermeture ont été calculés par ratio à partir des valeurs de 2013 (règle de 3 sur les coûts de base 2013).
- De ce fait, les coûts fixes dépendant uniquement du nombre d'alvéoles ont été légèrement sous-estimés (le scellement des alvéoles HA 0, 1/2 (sous-estimation de 4,5 M€), le coût de dépose des équipements des cellules de manutention MAVL (sous-estimation de 1,5 M€).
- De même, la conception de la liaison surface fond n'a pas évolué (2 descenderies et 5 puits), les coûts de fermeture de ces ouvrages auraient dû être reconduits à l'identique du coût de base 2013 soit une sous-estimation potentielle de 340 k€.

4.1.4.7 Incertitudes

Les fourchettes d'incertitudes pour les installations souterraines [-10, +10] + loi uniforme sont conservées.

Conclusions sur le SS4

- La démarche d'estimation reste globalement identique au coût de base 2013 (méthode et prix unitaires).
- La liste des optimisations valorisées est conforme à la description de la note Andra.

Sous réserve de quelques corrections prises en compte dans la rev B (intersion entre corps d'état dans le remontage final et impact consécutif de réduction de la jouvence établie par ratios : - 140 M€), les travaux n'ont pas mis en évidence d'erreur de calcul.

- La note de synthèse Andra pourrait faire davantage à des notes techniques détaillées décrivant la configuration technique retenue par l'Andra (valeurs des paramètres conduisant aux critères thermo-hydrauliques retenus par exemple).
- L'impact du redimensionnement du quartier HA est très significatif, ce qui masque les optimisations intégrées en 2014. La considération d'un entraxe plus favorable fait l'objet d'une opportunité qui devra faire l'objet d'une attention particulière en phases APS/APD.
- A ce stade cependant, la prise en compte des optimisations sur les ouvrages creusés au tunnelier (et à la MAP) laisse beaucoup de place aux jugements d'expert et devront être approfondies dans les phases ultérieures en termes de faisabilité technique et de chiffrage.
- Même si fondamentalement, le niveau de précision reste identique au coût de base 2013 (mêmes prix unitaires, ajustement des quantités), l'approche par ratios (moyenne par zone, augmentation par ratio de certains postes...) réduit le niveau de traçabilité et de précision vis-à-vis des groupes « codes coûts/ouvrages » initialement utilisés. Par ailleurs, la note de synthèse pourrait rappeler plus précisément la configuration des installations souterraines (en particulier métrés et dimensions du quartier HAO et hypothèses retenues pour le redimensionnement des quartiers HA).
- De plus, l'approximation du calcul de certaines optimisations (matériau compressible, impact changement de technique de creusement...) justifierait des fourchettes d'incertitudes plus larges que dans le coût de base.
- Le coût unitaire proposé par les MOE Sous Systèmes pour le creusement et le chemisage des alvéoles HA est significativement au-dessus des coûts de base 2013 (qui est celui retenu en 2014). Dans l'attente d'analyses plus approfondies en phase APD, un risque ou une incertitude aurait pu être retenue par l'Andra en complément du risque RTM-LT-50 qui couvre l'augmentation de l'épaisseur de chemisage.

4.1.5 Installations transverses (sous-système 5)

Liste des documents et fichiers analysés et des principales réunions tenues :

- Chiffrage 2014-20141009-1800.xls (version du 09/10/2014)
- Fichiers Gaiya SS5 Chiffrage 2014 rev3.xls
- Note Andra Ref C5 Installations transverses
- Synthèse Gaiya sur les optimisations 2014
- Entretien avec le chef de service Réseaux le 30/07/2014

POSTES (M€)		T1	Tu	Total Coût de base AndravB 2014	Différence / coût de base 2013
Coûts F&P (incluant divers non décrits et imprévus après commande) (M€)	Bâtiments	32	-	32	-22
	Terrassements	126	-	126	-94
	VRD	123	-	123	22
	Equipements et frais sur les équipements	62	-	62	18
	Transverses SS5	210	234	444	-21
	Sous-total	554³³	234	788	-98
Jouvence				1 138	5
Démantèlement				32	-3

³³ L'évolution des coûts des équipements et du poste transverses provient d'une bascule entre les deux.

POSTES (M€)	T1	Tu	Total Coût de base AndravB 2014	Différence / coût de base 2013
TOTAL			1 958	-96

Les optimisations précédemment intégrées dans le chiffrage du coût de base 2013 et reprises dans le chiffrage 2014 vB sont les suivantes :

- Optimisation du nombre de points de mesure pour l'observation surveillance long terme (43 226 points de mesure) => **Optimisation maintenue** (reconduction à l'identique du poste observation surveillance du coût de base 2013)

Les **optimisations intégrées** dans le chiffrage d'Octobre 2014 sont les suivantes :

- La réduction des volumes de terrassements engendrée par les optimisations de surfaces des bâtiments des sous-systèmes 2 et 3.
- VO12 : Réduction du flux des matériaux à transférer entre la descenderie et les puits et réduction des déséquilibres de terrassements généraux.

Nota : Le terminal ferroviaire inclus dans les installations conventionnelles de la zone descenderie est le terminal opérationnel pour traiter les colis Cigéo. Il est bien indépendant du terminal hors site prévu dans le SS6. A ce stade d'Esquisse, le terminal ferroviaire est considéré comme hors scope de la MOeS, cela sera inclus dans la phase APS. Ce poste est conservé à l'identique de 2013.

4.1.5.1 Description des travaux menés

Les travaux menés ont consisté en :

- une vérification du bon remontage des valeurs Gaiya dans le chiffrage Andra,
- une analyse des principales évolutions depuis le coût de base 2013 en identifiant autant que possible la traduction des optimisations dans le chiffrage et les variations de périmètres entre sous-systèmes,
- une analyse des principaux coûts de base utilisés pour le terrassement, la VRD et les bâtiments par rapport aux coûts 2013.

4.1.5.2 Mise à jour du coût des bâtiments SS5 :

La méthodologie utilisée est semblable à celle décrite dans le paragraphe 4.2.3.2.

Les **22 M€** d'économie réalisés sur les bâtiments sont principalement issus de la révision à la baisse des coûts associés aux postes de transformation et distribution principale (-5,2 M€) et aux groupes électrogène/ Poste de distribution de secours (-16M€). La principale évolution en termes de conception des bâtiments réside dans le regroupement optimisé au sein d'un bâtiment FLS de bâtiments disparates (poste de sécurité, bâtiment incendie...) pour un gain d'environ 2M€.

4.1.5.3 Mise à jour du coût des équipements SS5

Le poste équipement n'a pas fait l'objet de variation et reste identique au coût de base 2013 excepté la cellule sectionneur coupure artères 20kV et la cellule disjoncteur 20kV qui ont été transférées du sous-système 4 au sous-système 5.

4.1.5.4 Mise à jour du coût des terrassements

Les nouveaux volumes issus de la conception à Japs 3b (traduisent une réduction des quantités des terrassements suite à une nouvelle conception des bâtiments pour un impact global de -94M€) sont valorisés avec les prix unitaires suivants :

Terrassement - Déblais : Valorisation mixte avec des coûts de terrassement normal (50%) et de terrassement en terrain compact (50%) ce qui reste cohérent avec le coût de base 2013 (140-01 Terrassements d'ensemble - Déblais : 56% et 140-02 Terrassements en terrain compact : 44%).

Terrassement Remblais : Utilisation du prix unitaire 140-04 (remblais courant pour infrastructures routières) en lieu et place du PU 140-03 (Terrassement d'ensemble –remblai) utilisé dans le coût de base 2013 => surcoût potentiel de **6,3 M€**

Terrassement Décapage : Utilisation du prix unitaire 140-01 Terrassements d'ensemble – Déblais ce qui ramène à un poids de 57% pour ce prix unitaire ce qui est conforme au coût de base 2013.

Terrassement Déboisement : Utilisation du même prix unitaire qu'en 2013 (140-07).

Poste étanchéité : Dans le coût de base 2013, il avait été retenu l'hypothèse de réaliser l'étanchéité sur l'ensemble des bassins des zones Descenderie et Puis. La conception technique évolue en 2014, la nouvelle surface retenue a fortement diminué (un facteur 10 existe dans les m²) ce qui traduit le choix de ne pas réaliser l'étanchéité sur les bassins finaux.

Points d'attention

- A l'exception du prix unitaires remblais, les travaux n'ont pas identifié d'erreur dans l'actualisation des nouveaux volumes et l'utilisation des prix unitaires 2013.
- Néanmoins, les quantitatifs n'ont pas pu faire l'objet de validation de la part de l'Andra ; des échanges sont encore en cours avec Gaiya pour valider ces données.
- La question du positionnement des postes à réaliser à court terme (de type déboisement) chiffrés dans le PMT ou dans les coûts d'investissement Cigéo devra faire l'objet de vigilance dans les prochaines années afin d'éviter les redondances dans les plans de financement (d'autant que les sources de financement seront différentes en fonction du stade du projet).
- Comme pointé dans les analyses sur le SS4 (§ 4.1.3.3), le traitement des versés hors COX (début de descenderie), une fois confirmé, pourrait avoir des conséquences sur le périmètre du SS5.

4.1.5.5 Mise à jour du coût des VRD

VRD- Voiries : L'intégralité du poste utilise un prix unitaire de « voirie lourde ».

Eclairage extérieur : Reconduction à l'identique de l'Esquisse or ce poste est valorisé en utilisant la surface des bâtiments:

- Zone Descenderie: (Surface Site - Surface Bâtiments zone descenderie) * 30%

- Zone puits: (Surface Site - Surface Bâtiments zone puits) * 70%

Réseaux EP/ EV : Reconduction à l'identique de l'Esquisse en cohérence avec le maintien des surfaces de la zone descenderie (200 hectares) et de la zone puits hors versés (240 hectares).

Clôtures : Tout comme dans le coût de base 2013 deux PU sont utilisés : PU 140-15 Clôture sécurisée et PU 140-16 Clôture sensible avec des répartitions différentes.

Constats et points d'attention

- L'évolution des VRD est plus faible qu'attendue au regard de l'évolution des bâtiments.
- Dans le coût de base 2013, 9% de voiries étaient considérées en Voiries légères « 140-08 ». Sur la même base de répartition pour 2014, cette simplification engendrerait un surcoût potentiel de 0,6 M€.
- Le coût d'éclairage a été maintenu constant malgré une réduction des surfaces bâties. Par ailleurs, des discussions sont toujours en cours sur le périmètre et le coût du poste entre l'Andra et Gaiya.
- La répartition entre clôture sécurisée et clôture sensible a évolué entre 2013 (47%-53%) et 2014 (36%-64%) engendrant une forte augmentation (une clôture sensible est 7 fois plus chère qu'une clôture sécurisée). Par ailleurs, des discussions sont toujours en cours sur le périmètre et le coût du poste entre l'Andra et Gaiya. Enfin, de même que pour le déboisement. Le positionnement du poste clôtures en SS5 ou dans les aménagements préliminaires prévus au PMT devra être confirmé. La pertinence de ce poste en SS5 (25 M€) sera donc à valider en fin d'APS.
- ***En vB, un coût du merlonage (butte de terre de protection) oublié en vA remonte désormais bien dans le poste - VRD SS5 zone descenderie (Impact + 27 M€ sur T1+Dem).***

4.1.5.6 Mise à jour du coût de merlonage

Ce poste ne concerne que du merlon lié à la construction des bâtiments SS2. En revanche, il ne s'agit que d'une partie (Extérieur Sud) ; le reste étant inclus dans le poste VRD du SS2. Globalement le poste a été réduit de **16 M€**.

Constats

L'estimation des coûts de merlonage a été réalisée avec un prix de décapage plus faible que celui du merlonage 140-21 utilisé en 2013.

Les informations disponibles n'ont pas permis de recalculer les quantités de merlons.

4.1.5.7 Mise à jour du coût des Installations de chantier

Energie et travaux : Les coûts d'énergie travaux ont été redéfinis par Gaiya à Japs3b. Le coût de l'énergie travaux a augmenté de **9 M€**.

Installations de chantier : Les coûts sont reconduits à l'identique de l'Esquisse, cela recouvre :

- Aménagement de la zone chantier : éclairage, circulaire, système EP, clôture (5 M€)
- Bureaux Maîtrise d'œuvre : installation, location, entretien, renouvellement (2 M€)
- Formation des personnels « chantier » aux risques et procédures de Cigéo (103 M€)
- Gardiennage (pendant la phase construction) (1 M€)
- Magasin (1,5M€)
- Sanitaires : installations, location, entretien, renouvellement (0,7 M€)

Points d'attention

- L'estimation des consommations électriques par sous-système ainsi que le coût unitaire du kWh font encore l'objet de discussions entre l'Andra et Gaiya. En particulier, l'Andra n'a pas pu valider que les nombreuses optimisations proposées pour ce poste dans le coût de base 2013 à partir de la configuration jesq4 et vérifiées par PwC en 2013 étaient toujours pertinentes ni qu'elles étaient cohérentes avec la configuration souterraine à jour. Ce poste fera l'objet d'analyses d'ici le premier trimestre 2015 à partir des consommations remontées par les MOE des sous-systèmes pouvant conduire à des réductions significatives. →**Pour la version B, Gaiya a revu certaines consommations électriques. En particulier, les coûts d'énergie nécessaires au fonctionnement de l'installation pendant la phase de démantèlement remontent dans les coûts transverses SS5 (colonne Démantèlement) pour 72 M€ (nos travaux ont permis de vérifier qu'aucun coût de MOA/MOE ne sont appliqués sur ce poste).**
- Les coûts de formation sont maintenus identiques à 2013. Or ces coûts sont issus d'un ratio sur les heures de main d'œuvre (2j par an et par personne). Le rapport n°2 soulignait une erreur d'assiette qui n'a donc pas été corrigée (l'assiette des heures de main d'œuvre repose sur les coûts à Jesq4). Même si les heures de pose ne sont désormais pas disponibles, étant donné les ratios utilisés pour les optimisations, une réduction par ratio aurait pu être établie à Japs3b.
- Exceptée la clôture (SS3) qui semble prévue dans les aménagements préliminaires (PMT) de chantier (25M€) (cf.4.1.5.5), les autres postes sont distincts. En particulier, les bureaux de MOE (2M€) prévus dans les installations de chantier couvrent les besoins en travaux de T1. Les locaux prévus en SS3 pour accueillir les bureaux pour la MOA/Entreprise de travaux/MOE serviront aux travaux récurrents sur les tranches ultérieures (ils font d'ailleurs l'objet des mutualisations avec d'autres bâtiments des opportunités SE40 et SE18-c).
- Le poste surveillance sera transféré en SS4 dans la phase APS.

4.1.5.8 Description des incertitudes retenues

Les incertitudes dans les postes VRD/ Terrassement, Bâtiments conventionnels et Système d'observation / surveillance ont été conservées à l'identique du coût de base 2013.

En l'absence d'éléments complémentaires, les constats exprimés dans le rapport n°2 restent applicables (§4.2.3.6).

A date, certains postes (éclairage, énergie) présentent des incertitudes au-delà des fourchettes principales retenues pour ce sous-système.

Conclusions sur le sous-système 5

- La démarche d'estimation reste globalement identique au coût de base 2013 (méthode et prix unitaires) avec la reconduction de la majorité des coûts unitaires (les quelques changements sont des changements de nature de codes coût).
- Quelques postes mineurs n'ont pas été ajustés malgré des changements d'assiette (formation, éclairage) et des coûts de base simplifiés ont été utilisés. L'impact reste cependant non significatif.
- A l'exception de ces postes, les travaux menés n'ont pas identifié d'erreur de calcul.
- En revanche, la valeur à date du poste Energie travaux doit être considérée comme indicative et fera l'objet d'évolutions d'ici le 1^{er} trimestre 2015 (le remontage des sous-systèmes est prévu pour décembre 2014).
- De même, le périmètre de tous les postes de ce sous-système éclectique ne paraît pas pleinement robuste avec le reste du chiffrage (aménagements préliminaires prévus au PMT, bâtiments conventionnels SS3...). Des travaux d'éclaircissement sont en cours entre Gaiya et l'Andra qui devront faire l'objet d'attention en fin de phase APS.
- Les coûts de déblai/remblais retenus (4-7€/m³) appliqués aux travaux préliminaires paraissent assez difficilement refléter les conditions de réalisation (travaux étalés sur plusieurs années, réalisés par des entrepreneurs locaux petits équipements...). Ce point d'attention peut être supposé inclus dans la fourchette d'incertitudes retenue (-15/+15%).

4.1.6 Utilités externes et aménagements hors site (sous-système 6)

Liste des documents et fichiers analysés et des principales réunions tenues :

- Chiffrage 2014-20141009-1800.xls (version du 09/10/2014)
- Note Andra Ref C6 Utilités externes et aménagements hors site
- Synthèse Gaiya sur les optimisations 2014
- Entretien avec Chef de service Estimation et P. Tabart consultant ECP, le 08/07/2014

POSTES (M€)		T1	Tu	Total Coût de base Andra juil. 2014	Différence / coût de base 2013
Coûts F&P	Utilités	68	0	68	23
	Aménagements hors site	119	0	119	62
	Sous-total	187	0	187	85
Jouvence				0	0
Démantèlement				0	0
TOTAL				187	85

Sont regroupés dans les utilités externes, les coûts d'investissement liés à/ au :

- Raccordement au réseau de transport de l'électricité,
- Raccordement aux réseaux d'eau et d'assainissement,
- Réseau télécom,
- Réseau gaz,
- La construction d'une plateforme de tri des déchets conventionnels.

Par ailleurs, les aménagements hors site concernent, quant à eux, les investissements à réaliser hors du site Cigéo pour permettre sa connexion aux réseaux ferroviaire, routier et fluvial.

Constats

- L'évolution du chiffrage de ce sous-système (+87 M€) tient majoritairement à l'inclusion de nouveaux postes qui n'étaient pas chiffrés dans le coût de base 2013.
- Nos travaux n'ont pas soulevé d'erreur dans la détermination des montants d'investissement ; cependant certains postes sont à considérer comme des enveloppes qui devront être précisées en phase APD.
- Les dépenses Postes électriques et Raccordement ferroviaires incluent des provisions pour aléas/incertitudes issues des devis respectifs remis par les fournisseurs.
- Concernant le poste déchets (industriels banals, ménagers, inertes), aucune estimation n'est fournie en SS6. En revanche, des bâtiments de tri de déchets conventionnels sont prévus dans le SS5. Les coûts complémentaires (d'autres plateformes, coûts d'exploitation....) devront être budgétés : soit au travers du SS6 soit au travers des budgets de fonctionnement (aujourd'hui, seule la gestion des ordures ménagères est financée au travers des budgets d'exploitation).

4.1.7 Système de transfert incliné des hottes (SS8)

Liste des documents et fichiers analysés et des principales réunions tenues :

- Chiffrage 2014-20141009-1800.xls (version du 09/10/2014)
- Note Andra Ref C7 - Système de transfert incliné des hottes

SS8 Postes (M€)	T1	Tu	Total Coût de base Andra 2014	Différence / coût de base 2013
Coûts F&P (incluant divers non décrits et imprévus après commande)	48	0	48	2
Jouvence			41	-2
Démantèlement			4	0
TOTAL			92	-1

Suite à la signature du marché, le détail des coûts du SS8 sera intégré dans le chiffrage en vB (impact attendu faible).

Compte-tenu de l'existence d'un bordereau, ce poste ne doit plus faire l'objet d'incertitudes significatives. Les incertitudes ont donc été supprimées de la version B du modèle pour le poste Construction. Seules des incertitudes sur la jouvence et le démantèlement seront maintenues.

4.1.8 Démantèlement

Les coûts de démantèlement sont détaillés dans les analyses par sous-système ci-dessus. De même que pour le coût de base 2013, les coûts de démantèlement sont établis par l'Andra à partir de ratios appliqués aux postes M&T (10% pour les postes SS1, SS2, SS8 et 5% pour le reste). Pour mémoire ces ratios ont été retenus à l'issue de la revue des coûts unitaires.

Les travaux menés ont consisté en une vérification des assiettes et des ratios appliqués pour chacun des sous-systèmes. Le tableau ci-après présente les points relevés :

Sous-Systèmes	Ratio	Constats et recommandations sur le chiffrage d'Octobre 2014	Impact pris en compte en vB (M€ Brut)
SS1		Les coûts de fermeture des alvéoles MAVL ont été transférés du SS4 au SS1 (267k€ * 50 Alvéoles MAVL soit ~13,5 M€).	N/A
SS2	10%	L'Andra a choisi d'appliquer le ratio de 10% à l'ensemble des postes du sous-système alors que Gaiya proposait un ratio de démantèlement pour le Terrassement /VRD/ Merlonage réduit à 5%.	- 0,9 M€
SS8		Les essais de qualification ont été exclus de l'assiette de calcul des coûts de démantèlement.	+1 M€
SS3		Le ratio démantèlement appliqué aux équipements a été corrigé pour revenir aux 5% précédemment utilisés.	- 2,6 M€
SS4		Les coûts de démantèlement des ouvrages du fond sont toujours considérés comme couverts par le poste fermeture (cf détail § 4.1.4.6).	N/A
SS5	5%	Les postes énergie, observation surveillance et formation ne font pas l'objet de démantèlement.	N/A
SS6		Il n'a pas été calculé de coût de démantèlement pour les utilités et les aménagements hors site.	4,2 M€ ³⁴

Constats sur le démantèlement

- Les travaux n'ont pas identifié d'erreurs de calcul ou elles ont été corrigées (ratio SS3).
- Au global les coûts de démantèlement représentent 4% des coûts d'investissement bruts.
- En vB la loi d'incertitudes du démantèlement nucléaire (pas d'incertitude sur les ouvrages conventionnels) est une loi triangle et non plus de Pareto [10% ; 550%].

Points d'attention sur le démantèlement

La différence entre la loi de Pareto et la loi triangle est très faible dans le modèle (<50 M€ sur la totalité des postes). Par ailleurs, la loi de Pareto sous-pondère les valeurs basses de la fourchette.

4.1.9 Jouvence

Les coûts de jouvence sont détaillés dans les analyses par sous-système ci-dessus. La méthode d'élaboration de ces coûts est détaillée dans notre rapport n°2 (Ref. P2).

Les travaux menés ont consisté en :

- une vérification du bon remontage des valeurs Gaiya dans le chiffrage Andra,
- une confirmation du maintien dans le nouveau chiffrage des principales hypothèses attachées à la jouvence dans le coût de base 2013.

Sous-Systèmes	Constats et recommandations sur la jouvence du chiffrage d'Octobre 2014	Chiffrage Octobre 2014 (M€)	Ecart Base Andra 2013	Ratio Jouvence/ Investissement T1+ Tu 2013	Ratio Jouvence/ Investissement T1+ Tu 2014
SS1	Calcul des coûts de jouvence avec les données durée de vie et durée d'exploitation Dans le coût de base 2014, la jouvence se calcule comme : <ul style="list-style-type: none"> • (M&T + Coûts transverses) x Nombre de jouvence (1) x Ratio³⁵ (10%, 20% ou 30%) • Ou pour les tables tournantes et les chariots de transfert : M&T x 1,20³⁶ + Coûts transverses • Ou pour les « chaises intersection liaison / accès » M&T x 1,30³⁷ + Coûts transverses 	24	1	2%	2%

³⁴ 5% sur les coûts d'investissement du terminal ferroviaire et du poste RTE.

³⁵ Ces ratios correspondent aux coûts de démontage. Ils dépendent des équipements par un jugement d'expert.

³⁶ 20% correspondent aux coûts de démontage

³⁷ Id.ci-dessus

Sous-Systèmes	Constats et recommandations sur la jouvence du chiffrage d'Octobre 2014	Chiffrage Octobre 2014 (M€)	Ecart Base Andra 2013	Ratio Jouvence/ Investissement T1+ Tu 2013	Ratio Jouvence/ Investissement T1+ Tu 2014
SS2	<ul style="list-style-type: none"> Calcul comme le coût de base (jouvence unitaire x nombre de jouvence prenant en compte de l'allongement de la durée d'exploitation du bâtiment EP1 +11 ans) pour les équipements ainsi que pour les postes Electricité, Conduite et Ventilation qui représentent 93% de la jouvence d'EP1 dans le chiffrage de 2014 Pour les autres métiers, calcul des coûts de jouvence par application des ratios du coût de base 2013 aux nouveaux coûts d'investissement par métier. Reconduction à l'identique de l'Esquisse des coûts de jouvence d'EP2. 	782	161	EP1 ³⁸ 46%: EP2 : 44%	EP1 : 87% EP2 :44%
SS3	<ul style="list-style-type: none"> Calcul avec les données de jouvence (durée de vie et durée d'exploitation pour les coûts de jouvence liés aux terrassements, à la VRD ainsi que pour les équipements) Par analogie avec les ratios issus du coût de base 2013 pour ce qui concerne la partie bâtiments. 	250	-6	Bâtiments/ Equipements : 200% Verses :15%	Bâtiments/ Equipements : 200% Verses :18%
SS4	Calculée par ratio avec le coût de base 2013	1 414	6	161% ³⁹	133%
SS5	<ul style="list-style-type: none"> Calcul avec les données de jouvence (durée de vie et durée d'exploitation pour les coûts de jouvence liés à la VRD ainsi que pour les équipements) Par analogie avec les ratios issus du coût de base 2013 pour ce qui concerne la partie bâtiments. 	1 138	5	170% ⁴⁰	175%
SS6	Pas de jouvence calculée sur les aménagements hors site et les utilités	-	-	N/A	N/A
SS8	Calcul des coûts de jouvence en application d'un ratio de dépose de 10% sur les 3 tranches hors essais de qualification comme assiette	41	-3	93%	90%

Comme mentionné dans le paragraphe 4.4.2, la recrudescence des coûts de jouvence consécutive à l'extension de 11 ans de la durée de vie du bâtiment EP1 est la principale source d'évolution des coûts de jouvence ; c'est pourquoi une analyse spécifique des coûts de jouvence du bâtiment EP1 a été réalisée.

Jouvence sur les équipements SS2 :

Dans le coût de base 2014, la jouvence est calculée, non pas à partir de l'investissement comme en 2013, mais à partir du début de la période d'exploitation. De plus en termes d'échéancier, il s'agit désormais de pics de jouvence concentrée sur une année et non plus d'une courbe de dépenses similaire à celle des investissements et décalée de la période de jouvence.

Jouvence sur le bâtiment EP1:

Le procédé est similaire à celui appliqué au bâtiment EP1 du coût de base 2013 hormis le fait que le calcul de la jouvence ne prenait en compte que le ratio de majoration pour la déconstruction (30% des coûts de pose initiaux) et pas celui pour le contexte d'intervention (30% supplémentaires appliqués sur les coûts de pose).

Constats sur la jouvence EP1

- La jouvence s'applique sur davantage d'équipements qu'en 2013 : compte-tenu de l'accroissement de la durée de vie du bâtiment, une jouvence d'une partie des équipements mécaniques a été ajoutée. En particulier, il s'agit de leurs composants électroniques, estimés à dire d'expert à 10% de leur coût initial, ce qui n'était pas été considéré en 2013.
- Etant donné que des opérations de jouvence sont considérées globalement pour les équipements EP1, les risques 2013 RTM-LT-26 et 27 ont été supprimés.

³⁸ Hors gros œuvre, second oeuvre, VRD et merlonage et frais de chantier

³⁹ Hors creusement et Génie Civil

⁴⁰ Hors terrassement

Constats sur la jouvence EP1

- La variation du coût de la jouvence du bâtiment EP1 s'explique donc par trois effets :
 - L'allongement de la durée d'exploitation du bâtiment entraîne la prise en compte d'opérations de jouvence complémentaire. Cet effet se traduit par une augmentation de la jouvence sur les principaux postes (électricité, conduite et ventilation) pour 155 M€
 - La prise en compte de la jouvence sur les parties « électriques » des équipements amenant une augmentation du coût de 39 M€
 - Les autres modifications relatives aux coûts de la jouvence des équipements (assiettes réduites et méthodologie différente) qui amènent une baisse de 35 M€.
- Le rapport coût de jouvence / investissement pour les équipements SS1 passe de 6% à 9%.
- Une jouvence (d'un montant de 2 M€) dont l'intervention était planifiée plusieurs années avant la fin de la période d'exploitation a été supprimée car jugée non nécessaire.

Focus SS5 :

Par ailleurs, on précise que les coûts de jouvence du SS5 représentant environ le double des coûts d'investissement sont composés de :

Poste	Investissement t T1 + Tu (M€)	Jouvence (M€)	Ratio Jouvence / Investissement = Fréquence	Commentaires
Système d'information industriel	60	313	5,26	Fréquence élevée car jouvence tous les 20 ans
Equipements SS5 (hors terminal ferroviaire)	51	195	3,82	Fréquence élevée car jouvence tous les 25 ans
Fluides et utilités	29	65	2,23	Majoritairement 50 ans sauf pour les installations fixes incendie.
VRD	99	218	2,21	Majoritairement 50 ans sauf pour l'éclairage et les clôtures
Bâtiments SS5	32	69	2,14	Calculé par ratio sur le coût de base 2013
Energies = Câblage HT	63	134	2,11	Durée de vie 50 ans
Terminal ferroviaire	23	24	1,05	100% de l'assiette totale investissement (y compris le démantèlement)
Observation surveillance	113	103	0,91	Voir opportunité Ref. OTM-LT-17.3 (ci-après)
Installations de chantier	179	17	0,09	Non significatif
Total	649⁴¹	1 138		

Points d'attention

- Une erreur d'assiette a été relevée pour le calcul de la jouvence des équipements SS2 : le coefficient de 1,3 est appliqué sur la somme Pose + fourniture au lieu d'être appliqué à la pose seule). → **Cette correction a été prise en compte dans le chiffrage vB (faible impact).**
- Le 10% retenu comme la part « électrique » des équipements mécaniques EP1 devra être confirmé en phase APD et constitue une incertitude sur ce coût de jouvence.
- Différentes dates de fin d'exploitation apparaissent dans les fichiers de calculs pour EP1. Cela semble amener des décisions biaisées où la jouvence paraît être annulée 7 années avant la fin de l'exploitation alors qu'il reste en fait 11 années d'exploitation.
- Le coût 2014 de la jouvence sur les équipements est très largement inférieur à l'évaluation des risques 2013 « RTM-LT-26 et 27 » relatif à l'ajout potentiel d'une jouvence qui ont été supprimés du registre. La suppression des risques 2013 RTM-LT-26 et 27 ne paraît donc pas compensée par l'intégration de nouvelles jouvences dans le coût 2014.
- Comme précisé au chapitre sur le SS1, on peut s'interroger sur la nécessité de prévoir une jouvence sur les équipements spécifiques aux alvéoles MAVL et non mutualisés car leur durée d'exploitation est, au plus, la durée d'ouverture d'une alvéole MAVL (soit inférieure à une dizaine d'années). L'enjeu est toutefois

⁴¹ Le terrassement (coût d'investissement T1+ Tu = 126M€) n'est pas jouvencé.

faible, à hauteur de 8 M€. **A noter que cet enjeu a été réduit en vB par une suppression des jouvences sur quelques équipements spécifiques aux alvéoles MAVL.**

- La jouvence du SS5 est élevée comparativement aux coûts d'investissement (cf ci-dessus). Des analyses détaillées pourraient certes être entreprises pour optimiser certaines fréquences mais la durée d'exploitation très longue est la principale cause de ce ratio élevé.
- A ce stade des études les aménagements hors site et utilités externes (SS6) n'ont pas été reprises dans l'assiette de calcul des coûts de jouvence. Les coûts nécessaires devront être analysés en phase APD.

Les opportunités associées à la jouvence sont :

- **OTM-LT-17.3** Economie sur la jouvence des points de mesure d'observation-surveillance : Cette opportunité repose sur l'hypothèse que la durée de vie des capteurs sera étendue grâce à des actions de R&D et se traduit par une suppression des jouvences sur 50% des capteurs dont la jouvence est retenue. (50M€)
- **OTM-LT-133** : Optimisation de la jouvence EP1 (Opportunité AVP non chiffrée, non décrite dans une fiche).
- **OTM-LT-85.2** : Recherche de l'optimum durée de vie/ jouvence des bâtiments conventionnels : Faire des bâtiments (conventionnels) regroupés et extensibles (modularité), à étendre/investir au fur et à mesure des besoins (Opportunité AVP non chiffrée et non décrite dans une fiche).

Conclusion sur la jouvence

- Les travaux menés n'ont relevé aucune erreur significative dans l'application des ratios ni des assiettes.
- La méthode de calcul des coûts de jouvence dans le chiffrage 2014 n'est toutefois pas homogène à travers les différents sous-systèmes par suite du chiffrage des optimisations à l'aide de ratios.
- Les sources utilisées pour les éléments quantitatifs de l'approche (jugements d'experts) mériteraient d'être explicitées. C'est le cas du ratio de 30 % retenu pour la phase démontage, de l'assiette 100% retenu pour le coût de reconstruction ainsi que des fréquences de jouvence par typologie et 10% (part électrique).
- L'approche individualisée par code coût développée pour le coût de base 2013 (cf rapport PwC n°2) n'est plus applicable étant donné l'intégration des optimisations de 2014 (ratios). Cette approche fine devra être conservée dans les phases ultérieures.

4.1.10 MOE/MOA

Les coûts de maîtrise d'œuvre (MOE) et maîtrise d'ouvrage (MOA) sont établis par l'Andra à partir de ratios appliqués aux postes Matériels et Travaux (M&T) pour les travaux de tranche 1, de tranches ultérieures (construction, démantèlement, fermeture et jouvence). Ces ratios sont appliqués sur les nouvelles assiettes optimisées du coût de base 2014. Les ratios dépendent des sous-systèmes pour prendre en compte la complexité du démantèlement de nature nucléaire.

Ces coûts sont récapitulés dans le tableau suivant :

Postes	Sous Systèmes	Valeurs retenues dans le chiffrage vB 2014		Constats et recommandations sur le chiffrage d'Octobre 2014	
		Tranche 1	Tranches ultérieures		
MOA	MOA	Tous	Estimation par continuité avec les données PMT	3%	Les ratios retenus n'ont pas évolué par rapport au coût de base 2013. Les constats du rapport n°2 restent applicables.
	AMO Réglementaire	Tous	Estimation par continuité avec les données PMT	0,5%	
MOE	MOE Réalisation Etudes de projet (PRO), assistance à la passation des	SS1	17%	12%	Les ratios retenus ont évolué par rapport au coût de base 2013 hormis pour le SS2.
		SS2	20%	20%	Les ratios SS1 et SS4 ont été ajustés en fonction des

contrats de travaux (ACT), visa des études d'exécution (VISA), Direction de l'exécution des travaux (DET), Assistance aux opérations de réception (AOR)	SS3	6%	6%	tranches pour prendre en compte les effets de répétitivité. Dans l'ensemble les taux retenus sont tous dans les fourchettes basses des REX obtenus.
	SS4	11%	8%	
	SS5	6%	6%	
	SS8	10%	10%	
MOE Conception	Tous	Estimation à partir des coûts des marchés des maîtrises d'œuvre sous-système.	2%	Le ratio retenu n'a pas évolué par rapport au coût de base 2013.

A ce stade des études, les sous-systèmes 6-Aménagements hors site et utilités externes et 7-Conteneurs de stockage n'ont pas été repris dans l'assiette de calcul de MOE/MOA car ils sont considérés comme des lots conception/réalisation indépendants.

En ce qui concerne la MOE Conception en T1, les données sont issues du PMT validé et couvrent la période 2012-2018. Pour les années 2019 à 2028 le coût de la MOE Conception retenu est nul. En effet, la MOE Conception est alors remplacée par la maîtrise d'œuvre de suivi de réalisation.

Pour la MOA en T1, les données issues du PMT couvrent la période 2012-2018. Pour les années 2019 à 2028 (T1), le coût annuel de la MOA est maintenu constant et égal à celui de la MOA 2018. Seules les lignes suivantes du PMT sont intégrées dans ce poste MOA : la maîtrise d'ouvrage conception industrielle et l'assistance à maîtrise d'ouvrage associée, les activités management et gestion de projet ainsi que les dépenses d'acquisitions foncières (hors R&D).

Pour l'AMOR en T1, les données issues du PMT couvrent la période 2012-2018. Pour les années 2019 à 2028, le coût annuel de l'AMOR est maintenu constant et égal au coût moyen annuel d'AMOR sur la période 2018-2028 (T1).

Au-delà (à partir de 2029, i.e. des tranches ultérieures), la MOA et la MOE conception sont calculées à partir des ratios de Matériels & Travaux rappelés dans le tableau ci-dessus.

Par ailleurs, le guide la loi MOP⁴² présente quelques recommandations relatives aux taux de MOE réalisation des ouvrages publics. Les missions recouvertes par ce taux sont équivalentes aux missions de MOE réalisation de Cigéo décrites par l'Andra dans sa note Ref C11 (§3.2). A partir d'une évaluation intégrant le degré de complexité⁴³, le guide fournit une grille de référence de taux de MOE en fonction des montants du projet obtenu en multipliant un indice de référence par un coefficient de complexité. En retenant le degré de complexité d'infrastructures le plus élevé (1,6) et le taux indicatif de référence de MOE maximum des projets d'infrastructure (égal à 7,1%), le taux de MOE applicable serait de 11%.

Il convient néanmoins de considérer ce résultat avec précaution du fait des diverses limites suivantes à l'application de cette méthode à Cigéo :

- Aucun détail n'est fourni sur les projets sources utilisés pour établir les ratios (le guide mentionne des professionnels de la MOE) ; en particulier, l'applicabilité à des projets nucléaires n'est pas formellement garantie.
- Les montants ne sont pas bien adaptés au projet (montant maximum de 100 M€ mais aucune information sur le nombre de projets de cette ampleur).
- La méthode ne concerne que des opérations de construction neuve (et pas de jouvence).

⁴² le guide à l'intention des maîtres d'ouvrage publics pour la négociation des rémunérations de maîtrise d'œuvre pour des ouvrages relatifs à des bâtiments publics ou des infrastructures (édité en juin 1994 consécutivement à l'entrée en application du décret N°93-1268 de la loi MOP) a été mis à jour au 28 janvier 2011 par la mission interministérielle pour la qualité des constructions publiques

⁴³ La complexité de l'ouvrage est évaluée en fonction de 3 critères principaux : les contraintes physiques du contexte et insertion du projet dans l'environnement, la nature du programme et la spécificité du projet et les exigences contractuelles.

- Les taux de MOE ont été mis au point en 1994 et les montants correspondants ont été actualisés en € 2010 en suivant l'indice TPO1 pour les infrastructures et BTO1 pour les bâtiments. Il pourrait être pertinent de les actualiser pour tenir compte de l'augmentation et de la complexification des missions de maîtrise d'œuvre d'une part (inflation réglementaire...) et des gains de productivité d'autre part (numérisation....).

En revanche, il est intéressant de noter que le guide propose de traduire un effet de répétitivité par une baisse du coefficient de la complexité, qui n'est toutefois pas quantifiée. En conclusion et tenant compte des réserves exprimées ci-dessus, les valeurs retenues par l'Andra pour les installations conventionnelles sont compatibles avec la fourchette MOP [7%-11%].

Par ailleurs, selon nos recherches, la Fédération Syntec n'a pas publié de document exploitable sur le sujet des taux de MOE.⁴⁴

Constats et points d'attention sur les postes MOA/MOE

- Nos travaux n'ont relevé aucune erreur dans l'application des ratios ni des assiettes.
- Les ratios appliqués aux activités conventionnelles de surface et aux activités souterraines ont été différenciés pour s'ajuster davantage aux périmètres des REX rassemblés lors de la revue des coûts unitaires de 2013. Par ailleurs, l'Andra a proposé des ratios différenciés selon les tranches de travaux pour tenir compte d'un effet répétitivité (-29% pour SS1 et -27% pour SS4).
- Les valeurs fournies par les Producteurs (6% pour les installations conventionnelles lors de la revue 2013 et 6% pour les travaux souterrains lors de la revue 2014) et retenues par l'Andra pour les travaux conventionnels figuraient dans le bas de la fourchette des valeurs de REX rassemblées. En revanche, le ratio des installations nucléaires de base (10%) avancée par les Producteurs est très significativement inférieur à la valeur Andra.
- Comparativement à d'autres projets, l'avancement de la conception est supérieur au stade où le coût du projet est budgété (Esquisse amont) et peut justifier de choisir des taux légèrement inférieurs à d'autres pratiques industrielles. Néanmoins, compte tenu du périmètre (MOE réalisation entièrement à venir), l'effet doit en être circonscrit à la MOA.
- En vB, un nouveau découpage permettra de mettre en évidence dans les coûts du PMT les activités MOA de suivi de travaux proprement dit. En particulier, la R&D est exclusivement chiffrée dans « Autres activités sous MOA Andra » et non au travers de ces ratios de M&T.
- La MOA des postes jeunesse et tranches ultérieures pourra être optimisée en phase APD pour valoriser quelques mutualisations.
- Aucune incertitude n'a été incluse sur les taux, ce qui aurait pu être une manière de prendre en compte des REX complémentaires apportés par les producteurs (en particulier sur le poste SS2). A ce jour, les incertitudes sur ces taux sont considérées par l'Andra incluses dans les incertitudes sur les assiettes.

4.2 Analyse des propositions d'indices pour révision économique du chiffrage

Afin de pouvoir comparer les futurs chiffrages, l'Andra propose une sélection d'indices de mise à jour aux conditions économiques futures. Après vérification, les indices repris sont conformes à ceux qui étaient mentionnés dans les notes par sous-système du coût de base 2013 excepté pour le SS1 où de nouveaux indices d'actualisation sont apparus (BTO1 pour le gros et second œuvre et Priven 262700 pour la conduite).

Points d'attention

- Les deux nouveaux indices SS1 ne semblent pas applicables puisque le sous-système 1 se compose exclusivement d'équipements (**l'erreur a été corrigée en vB**).

⁴⁴ Enfin, sur la base d'hypothèses simplificatrices (proportion Pose sur M&T identique au coût de base 2013 et taux ETAM de l'Andra pour les ETP pose, Taux IC du PMT pour les ETP MOE/ MOA en T1, Taux IC de l'Andra pour les MOE/MOA en tranches ultérieures), et à titre indicatif les répartitions entre les ETP travaux par rapport aux ETP MOA-MOE sont les suivantes : 3 ETP MOE/MOA pour 8 ETP Travaux en Tranche 1, 1 pour 4 en Tranches ultérieures, 1 pour 7 en fermeture démantèlement et 1 pour 4 en jeunesse

- Comme indiqué au chapitre §1.2, compte tenu de l'échelle de temps du projet (> 100 ans), les coûts des tranches au-delà de quelques décennies doivent être considérés avec une grande prudence.
- En particulier, les éléments suivants ne peuvent être pleinement appréhendés aujourd'hui :
 - Incertitudes techniques (technique de creusement, de chemisage, courbe d'apprentissage...)
 - Incertitudes sur les coûts d'exploitation : coût de personnel, robotisation, coûts des secours, structure des coûts de personnel, fiscalité, assurances...
- D'ailleurs, les limites à considérer dans le cadre de grands projets d'investissement publics (taux d'actualisation, analyse coûts/bénéfices ont fait l'objet de nombreux rapports (notamment Rapport Lebegue 2005, rapport CGSP : l'impact socioéconomique des investissements publics, Sept. 2013).

4.3 Synthèse sur la flexibilité et la robustesse des fichiers de chiffrage

Depuis 2012, les différents éléments du chiffrage ayant conduit au coût de base de fin 2013 (sous-systèmes, nature de coûts, phase de travaux...) ont été définis et analysés à un niveau de détail souvent au-delà de ce qui est usuellement attendu en phase Esquisse (plus de 350 codes coût). Les travaux menés ont permis de confirmer que la structure du chiffrage (coût de base, incertitudes, risques et opportunités, aléas), usuelle pour les grands projets d'investissement, et le processus d'estimation permettaient de garantir autant que possible la couverture des périmètres initialement attendus et l'absence de double-comptage (ex. : périmètre des coûts d'ETP).

Des précisions de traçabilité sur le détail des calculs et des sources utilisées (REX, jugement d'expert, estimation analytique, bordereaux...) pour l'établissement du coût de base et des incertitudes ont été fournies tout au long du processus en réponse aux constats établis lors des premiers travaux sur le dossier de chiffrage à Jesq3.

Les travaux réalisés ont également permis de confirmer la prise en compte dans le dossier initial, avant considération des optimisations 2014, des changements de sous-système et des corrections soulevées dans le rapport n°2 (traduction de certaines optimisations, cellules entrées en dur...).

Par ailleurs, le dossier Octobre 2014 du coût d'investissement est principalement constitué d'un fichier de calcul par sous-système qui présente les calculs d'optimisation effectués à partir du coût de base. Chaque fichier présente ainsi l'élaboration des ratios 2013 (coûts de bâtiment, ratios de lots techniques..) qui sont ensuite appliqués aux nouvelles grandeurs 2014 (surfaces, volumes...). Concernant les équipements, une nouvelle liste est produite et valorisée selon les approches présentées en 4.1.1.

De plus, ces fichiers de calcul d'optimisations 2014 sont simples et la traçabilité des calculs est bonne ; le remontage dans la grille de chiffrage Andra en a été facilité.

Ainsi, la robustesse de ce dossier s'entend en lien avec celle du coût de base 2013 (cf. rapport n°2 Ref. P2). Comme les coûts unitaires ont été conservés identiques à 2013 (cf. les analyses du § 4.2), et même si, du fait de l'approche par ratio, le dossier 2014 ne permet plus autant de détails (code-coût, traçabilité des coûts unitaires et des multiplications par les quantités élémentaires...), la traçabilité des sources utilisées pour ce chiffrage 2014 est similaire à celle de 2013.

Globalement, le niveau de détails dans la structure et le niveau de traçabilité du coût de base sont élevés pour un chiffrage de phase Esquisse (les premiers travaux de réalisation sont supposés commencer en 2021). Ce constat est renforcé par la vision de l'impact global des incertitudes via le modèle probabilisé relativement resserré à ce stade⁴⁵ (le niveau d'incertitudes attendu en Esquisse dans le cahier des charges était de : -20/+40% et -10/+20% en APD). Toutefois, compte tenu des délais d'instruction et du niveau de description technique de certaines optimisations, un certain nombre d'incertitudes dans la prise en compte de ces optimisations et dans leur calcul sont apparues (approches par ratios, par jugements d'experts). Ces limites conduisent, pour certains postes, à un niveau de détails moindre et à un niveau d'incertitudes (d'ordre technico-économique) plus élevé que celui du coût de base 2013.

⁴⁵Cf. Note Andra de quantification des incertitudes, risques et opportunités Ref. C9.

Il est à noter que les approches retenues pour l'intégration des optimisations obligent à considérer le chiffrage par blocs (de fonctions, d'ouvrages, nature de métier...), ce qui ne permet pas autant de flexibilité et de détails que dans le dossier 2013. Néanmoins, comme le dossier d'APS/APD sera construit selon une autre logique et d'autres découpages, cela ne remet pas en cause la pertinence et la robustesse des chiffrages à venir. Les comparaisons à réaliser le seront à des niveaux agrégés permettant de s'affranchir des différences de méthodes et de découpages.

5. Analyse des coûts d'exploitation

5.1 Coûts de personnel

L'analyse des coûts de personnel (effectifs, taux et budgets de fonctionnement) fait l'objet d'une note dédiée (cf. Ref. P7).

5.2 Energies et fluides

Les coûts d'énergie et des fluides pendant les phases de construction et d'exploitation ont fait l'objet d'un chiffrage de la part de l'Andra. L'énergie utile dans la phase travaux est incluse à la ligne « Installations de chantier » du SS5. Ce paragraphe ne traite que de l'énergie nécessaire en exploitation.

Processus de chiffrage de la consommation électrique

Le poste Energie et fluides de l'exploitation recouvre :

- Les coûts d'achat d'électricité,
- Les coûts d'achat de gaz naturel.

La maîtrise d'œuvre Gaiya a établi des pré-bilans de puissance consommée par sous-systèmes (SS 2, 3, 4, 5 et 8) à partir des remontages des maîtrises d'œuvre sous-systèmes.

Les pré-bilans de consommation ont été valorisés par un prix unitaire unique de 0,0571 €/kWh (Code coût 380-01 identique au coût de base 2013). Ce coût unitaire est une donnée de REX de l'Andra.

Gaiya trace dans sa note C17 (rev2 au 23/09/2014) le détail des hypothèses retenues pour la vB du chiffrage de l'énergie.

Points d'attention sur l'énergie

- Les consommations remontées par les maîtrises d'œuvre sous-système ont été correctement valorisées en € et remontées dans la grille de chiffrage de l'Andra.
- Néanmoins, les coûts d'énergie consommée pour l'exploitation dans la première période 2017-2034 sont élevés comparativement aux autres périodes de plein fonctionnement (ces coûts ont été reportés dans la période post 2029), ce que les travaux conduits n'ont pas permis d'éclaircir (avant 2029, seule la consommation des essais serait attendue).
- **Lors de la vB, la partie « exploitation » des coûts d'énergie post 2144 a été supprimée du poste Energie et injectée dans le SS5-transverses. La partie « travaux » des coûts d'énergie post 2144 a, quant à elle, été supprimée car elle est supposée incluse dans le ratio M&T utilisé pour établir les coûts de démantèlement.**
- Même si les hypothèses retenues sur les facteurs de simultanéité, les réserves etc. sont clairement explicitées dans la note d'hypothèses Gaiya (Ref. C17), nous n'avons pas eu accès aux fichiers de calcul pour effectuer les mêmes vérifications que sur le coût de base 2013.
- En conclusion, de fortes incertitudes demeurent et ce poste devra faire l'objet d'une revue afin de confirmer la prise en compte des dernières évolutions des installations souterraines (entraxe HA) et de l'analyse de potentielles optimisations (en particulier, l'Andra n'a pas pu valider que les nombreuses optimisations proposées pour le coût de base 2013 à partir de la configuration jesq4 et vérifiées par PwC

en 2013 étaient toujours pertinentes et si oui les intégrer) ; la valeur du kWh dépendra aussi du volume et du contrat négocié.

Processus de chiffrage des consommations de gaz

Les consommations de gaz ont été calculées par ratio. Il a été considéré que les coûts de gaz étaient égaux à 5% du total du coût de l'électricité.

Constats :

- Les consommations d'eau, d'autres gaz divers et de carburants sont exclues.
- Le ratio des 5% a correctement été appliqué sur les assiettes d'électricité.
- Cette appréciation par ratio devra être confirmée par l'étude analytique en APD.

En M€ Moyenne annuelle	MAVL + HAO 2017-2034	2035-2145	Fermeture 2146-2156	Total M€
Consommation électrique tous SS	7,3	de 11 à 18 M€	8,4	1 750
Gaz	0,4	de 0,6 à 0,9M€	0,4	87,5
TOTAL (brut)				1 837 M€
TOTAL (actualisé)⁴⁶	358 M€			

5.3 Pièces de rechange

Sous-système	Coût annuel moyen des pièces de rechange (calculé sur la période d'exploitation) en M€	Montant des pièces de rechange 2014 en M€	Différence / coût de base 2013
SS1	1,07	127	2
SS2	EP1	189	-22
	EP2	139	0
SS3-SS5	1,00	116	16
SS4	1,42	204	-17
SS8	0,20	27	0
Total		784	-34

Le coût des pièces de rechange est estimé selon la même méthodologie et avec les mêmes hypothèses que le coût de base 2013 (cf. Rapport PwC n°2, Ref. P2).

Pour le process MAVL du SS1, l'assiette des pièces de rechange est calculée, dans le coût de base 2014, sur les investissements annuels réalisés pour répondre aux besoins de stockage définis dans la chronique translatée PIGD vD selon le ratio suivant :

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Nombre de colis cumulé à date}}{\text{Nombre total de colis}}$$

Cela permet de prendre en compte que l'assiette d'investissement (et donc l'assiette de calcul des pièces de rechange) augmente en parallèle de l'exploitation.

Le REX utilisé pour établir le ratio initial n'a pas évolué.

Points d'attention

- Pour les process commun et de surface du SS1, les pièces de rechange sont calculées pour la période 2026-2144 alors que la mise en service industrielle n'est prévue que pour fin 2028 (106 k€ par an). Or les pièces prévues pour les essais sont incluses dans les frais liés aux équipements (cf. Rapport PwC n°2).
- Par ailleurs, l'augmentation du coût des pièces de rechange entre le chiffrage de décembre 2013 et le

⁴⁶ Actualisé à titre indicatif avec un taux net de 3%.

chiffrage d'Octobre 2014 (+96 M€) provient en majeure partie d'un changement de méthode de calcul des pièces de rechanges relatives au process MAVL : dans le chiffrage 2013, le calcul se faisait sur la base d'une hypothèse d'un nombre d'alvéoles MAVL ouvertes en simultanée, alors que dans le nouveau chiffrage, l'ensemble des dépenses liée au process MAVL se cumule sans tenir compte de la fermeture progressive des alvéoles. → **La méthode de calcul de 2013 a été reprise en vB. (impact -100M€).**

- Pour le sous-système 4, l'assiette des pièces de rechange des alvéoles MAVL pour les tranches ultérieures est calculée sur la base d'un nombre constant d'alvéoles MAVL ouvertes égal à 6 alvéoles sur un total de 50 alvéoles (et non 10 comme indiqué dans la note).
- Aucune assiette n'a été retenue pour les alvéoles HAO dans le chiffrage de 2014 alors que les investissements font désormais apparaître un poste Commande de 13,4M€ ce qui n'était pas le cas dans le précédent chiffrage (impact potentiel PdR de 34 k€ non significatif)
- Aucune assiette n'a été retenue pour les Galeries MAVL en Tu dans le chiffrage 2014 alors que les investissements font apparaître des postes GC secondaire, second œuvre, électricité, conduite et ventilation qui entrent dans l'assiette de calcul des pièces de rechange suite à la mise en œuvre de l'optimisation concernant la réalisation de la boucle MAVL en 2 phases (impact potentiel 272 k€).
- Le coût des pièces de rechange SS8 est calculé en utilisant le ratio des composants mécaniques (0,5%/an) sur l'intégralité de l'assiette or une partie du montant M&T du funiculaire (Tranche conditionnelle 3, par exemple) est liée à des prestations de service (études d'exécution, prestations sur site, documentation et formation) qui ne sont pas concernés par des pièces de rechange (potentiel surévaluation).

Conclusions

- Dans le cadre de nos analyses et de nos contrôles sur la bonne utilisation des ratios par poste, les formules, l'exhaustivité des coûts d'investissement traités et la pertinence de la méthode, nous n'avons pas relevé d'erreur ou elles ont été corrigées.
- Les conditions d'exploitation des ouvrages souterrains (ouverture des alvéoles limitée dans le temps) sont bien respectées.

5.4 Conteneurs et les intercalaires

Liste des documents et fichiers analysés et des principales réunions tenues :

- Chiffrage 2014-20141009-1800.xls (version du 09/10/2014)
- Note Andra Exploitation Réf. C10 Bis
- Fichiers de chiffrage Andra des coûts d'approvisionnement des conteneurs Réf. 1 et 2
- Entretien Andra-avec le Service Ingénierie Colis de Stockage du 26/05/2014

5.4.1 Conteneurs HA et MAVL

La valorisation des conteneurs se base sur la chronique du PIGD vD. L'arrivée des colis primaires se traduit par des dépenses en colis de stockage, sauf pour quelques colis primaires déjà conditionnés en colis de stockage⁴⁷ (~4%).

Le nombre de chaque catégorie de colis de stockage est ensuite multiplié par son coût unitaire correspondant (coûts unitaires des conteneurs en 2014 identiques au coût de base 2013).

⁴⁷ Le traitement spécifique pour ces colis primaires arrivant déjà conditionnés n'a pas été pris en compte dans le dimensionnement des effectifs d'exploitation. Toutefois, ceci est négligeable en termes d'impact ETP.

Constat

- La revue du fichier de valorisation/chiffrage du coût des conteneurs n'a pas mis en évidence d'erreur de calcul.
- Le coût unitaire des conteneurs HA et MAVL issu d'un bordereau intègre un effet de série dans son chiffrage (le coût unitaire proposé est explicitement lié au nombre de colis vendus).

5.4.2 Intercalaires HA

Afin de répondre aux contraintes thermiques dans les alvéoles HA, les colis de stockage hautement exothermiques (colis HA) sont séparés les uns des autres par des colis intercalaires vides de déchets. L'étude et la conception des intercalaires sont gérées par le Service Colis de l'Andra.

Deux types d'intercalaires sont actuellement envisagés pour séparer les colis de stockage HA : un intercalaire pour les HA1 d'environ 850-870 mm de longueur, et un intercalaire pour les HA2 d'environ 1150-1170 mm de longueur. Le coût unitaire des intercalaires utilisé dans le chiffrage de ce poste correspondent bien (à l'arrondi près) aux coûts unitaires du dernier chiffrage.

Selon notre compréhension, le précédent chiffrage des intercalaires a été fait sur la base de consultations menées par CEGELEC en 2009 (cf Rapport P1) et deux indices de révisions (indice « Produits sidérurgiques en acier allié » et indice « ICHT-TS IME ») ont été utilisés pour mettre les coûts remontés de la consultation aux conditions économiques de janvier 2012, par application de la formule : $C_i = C_o \times (0,85 \times (Acieri)/Aciero) + 0,15 \times (ICHTi/ICHTo)$. L'échéancier des dépenses se base sur la chronique de stockage du PIGD vD.

Constats

- Les coûts unitaires n'ont pas changé depuis les derniers chiffrages.
- Il y a autant d'intercalaires que de colis dans une alvéole en 2014 suite à un avis d'expert Andra, alors qu'en 2013, le remplissage des alvéoles commençait et finissait par des colis de stockage (écart d'un intercalaire par alvéole).

Points d'attention

- *Sur la méthode de chiffrage* : Le chiffrage du coût des intercalaires sur la base d'études menées en 2009 (coûts qui sont par la suite mis aux conditions économiques par l'application d'indice de révision) peut amener un biais par rapport au coût réel étant donné la forte volatilité des prix constatée sur la période 2009-2012. Les coûts unitaires devront être confirmés en APD.
- *Sur l'évaluation du chiffrage* : CEGELEC précise dans sa consultation que la marge d'erreur de son chiffrage est de 30% (cette marge d'erreur n'a pas été reprise dans le chiffrage Andra).

En M€	Nombre	€ Bruts
HA1	26 653	138,6
HA2	25 187	136,0
TOTAL	51 840	274,6

Conclusion sur les intercalaires HA

- L'audit du fichier de valorisation/chiffrage du coût des intercalaires n'a pas mis en évidence d'erreur de calcul même si une légère surestimation sera corrigée en APD.
- En revanche, étant donné la date d'élaboration de ces données, une mise à jour au travers d'une nouvelle consultation paraît nécessaire.
- Le coût unitaire des intercalaires issus d'un bordereau intègre un effet de série dans son chiffrage.

6. Risques, Opportunités et Aléas

Liste des documents et fichiers analysés et des principales réunions tenues :

- Chiffrage 2014-20141009-0800.xls (version du 09/10/2014)
- Note Andra Quantification des aléas, risques et opportunités Réf. C9

La méthodologie d'évaluation et de quantification des risques, des opportunités et des aléas ainsi que leur intégration dans le coût Cigéo 2014 établi par l'Andra ont été présentés en GT Coût le 30 juillet 2013 (Ref. D1) et sont décrits dans la note Andra (Ref. C9).

Les travaux menés par PwC ont consisté en une revue au fil de l'eau de l'analyse des risques et des opportunités menée par l'Andra depuis la méthode d'établissement du registre jusqu'à la quantification sans jugement sur l'exhaustivité des risques et opportunités listés dans ce registre.

Les éléments principaux de la démarche ainsi que les constats à date sur la définition de ces éléments de chiffrage et la méthodologie employée sont repris ci-dessous.

6.1 Risques

Les risques recouvrent les phases de conception, de réalisation, d'exploitation, de jouvence, de démantèlement et de fermeture, soit de 2014 à 2156.

Les risques issus du registre 2013 ont fait l'objet d'une actualisation selon différents axes :

- Re conduite des risques du registre 2013
- Réévaluation de certains risques 2013
- Ajout de nouveaux risques suite à l'instruction par les MOE-SS de la nouvelle configuration et la consolidation de la solution générale par la MOE-S. Ces risques ont été proposés à la fois par les MOE-S/SS et par l'Andra.

Les risques sont classés en 4 catégories :

- Risques Externes : il s'agit d'événements difficilement quantifiables par exemple liés aux décisions de l'Etat ou des parties prenantes locales)
- Risques PRE-CIGEO : il s'agit de risques liées aux installations des producteurs ;
- Risques 2014 (28) : il s'agit de risques dont la probabilité et les conséquences ont pu être décrites et quantifiées ;
- Risques AVP (13): risques nécessitant des investigations complémentaires pour être évalués et quantifiés, ce qui sera fait en phase d'avant-projet APD.

Aujourd'hui 28 des 40 risques identifiés ont été quantifiés hors PRE CIGEO (il s'agit des risques 2014). Parmi ces risques, les natures principales sont le domaine « Technique / Management » qui recouvre les 2/3 des événements redoutés identifiés puis le domaine « Contractuel » puis « Sûreté / Sécurité » et enfin le domaine « Juridique et règlementaire ».

Constats et recommandation sur l'identification des risques

- Les remarques méthodologiques portant sur la différenciation des risques estimables et les autres ont été prises en compte (catégorisation en Risques externes, Risques Programme et Risques AVP).
- Le suivi des prescriptions des normes, des bonnes pratiques des secteurs de l'ingénierie, de la construction et des travaux souterrains ainsi qu'une revue par un expert indépendant et la sollicitation des différentes parties prenantes participent d'une démarche robuste pour évaluer les risques à ce stade du projet.⁴⁸

⁴⁸ Les différentes parties prenantes (MOA, MOE-S, MOE-SS, producteurs) ont été invitées à lister les risques tout au long du processus.

Afin de hiérarchiser ces risques, leur criticité a ensuite été évaluée comme le produit de 2 composantes : la gravité et la probabilité en mutualisant plusieurs approches : Entretiens individuels avec les acteurs du projet, animation de groupes de travail restreints pluridisciplinaires, analyse des documents du projet (par exemple les plannings), exploitation du retour d'expérience (problématiques récurrentes,...).

Cette analyse conduit à n'identifier aucun risque critique (criticité >8) mais l'Andra nuance ce résultat dans la mesure où les catégories de risques d'impact potentiellement important mais difficilement identifiable (risques externes, PRE-CIGEO...) ont été exclus du registre et que d'autre part, les probabilités et les impacts ont tendance à être sous-estimés étant donné la distance des échéances concernées.

Les quantifications de ces risques se sont basées sur les assiettes des postes correspondants (coût de base Andra 2014) en suivant une loi uniforme pour les probabilités et les surcoûts engendrés. Les bornes supérieures et inférieures ayant été calculées à l'aide des incertitudes retenues sur les postes (cf. §7.1).

Les travaux menés ont consisté en une analyse de la traduction des hypothèses retenues pour estimer et évaluer les risques à partir des assiettes du coût de base (Matériels et Travaux par sous-système, MOA/MOE pour valoriser d'éventuels retards ou coûts d'exploitation pour valoriser des arrêts).

Constats sur la quantification des risques

- En vB, les risques et opportunités (tout comme les incertitudes) sur les coûts d'exploitation ont été consolidés dans le modèle.
- Les coûts de MOE/ MOA ont été pris en compte dans la vB pour le calcul des provisions attachées aux risques et opportunités, car l'impact est significatif sur le dimensionnement des équipes de maîtrise d'œuvre/ouvrage.
- De la même manière, l'incidence sur la fiscalité (CFE/CVAE) a aussi été prise en compte.
- Le calcul de quantification des risques est conforme aux hypothèses énoncées dans chacune des fiches de risques en termes d'assiettes issues du coût de base et de calculs. En particulier, les frais de personnel Contractants de réalisation (y compris SS4) sont calculés sur l'hypothèse que le coût des contractants de réalisation correspond à 40% des coûts des ouvrages de la tranche concernée, ce qui rejoint l'ordre de grandeur de la part Pose que nous avons estimée par ailleurs.

On présente ci-dessous une synthèse des risques majeurs :

Liste des risques majeurs ⁴⁹	Criticité		Impacts (M€)						Probabilité	
	T1	Tu	T1 min	T1 max	Tu min	Tu max	Exploit min	Exploit max	T1	Tu
Augmentation de l'épaisseur du chemisage HA	2	2,8	5	5	164	164	0	0	2	2
Difficultés dans la mise en oeuvre de l'organisation industrielle en phase réalisation	4	2	108	331	228	700	0	0	2	1
Contractant majeur en réalisation ne répondant pas aux besoins de l'Andra	3,5	3,2	70	139	139	277	0	0	2	2
Mise en place des équipements conventionnels et nucléaires en souterrain plus longue que prévue	4,5	2,6	70	139	139	277	168	336	2	1
Recours suite à l'attribution d'un marché - Recours n'aboutissant pas	2,5	2,4	74	149	147	294	84	168	1	1
Equipements réalisés ne satisfaisant pas les besoins en exploitation	3,5	0	38	192	0	0	24	48	2	0
Contractant majeur en exploitation ne répondant pas aux besoins de l'Andra	0	3,2	0	0	0	0	84	168	0	2

⁴⁹ Suite à une erreur sur l'évaluation, la provision pour le risque RTM-LT-34 a été réévalué à T1 : 31M€ et Tu : 36M€

Liste des risques majeurs ⁴⁹	Criticité		Impacts (M€)						Probabilité	
	T1	Tu	T1 min	T1 max	Tu min	Tu max	Exploit min	Exploit max	T1	Tu
Augmentation du dimensionnement du bâtiment EP1 liée à la sectorisation feu et voies d'évacuation	2,5	0	116	116	79	79	113	113	2	0
Accident grave de personne en exploitation	0	2,2	0	0	0	0	168	336	0	1

Points d'attention sur la quantification des risques

- Deux points nécessiteront d'être repris ultérieurement pour le calcul des risques :
 - Dans l'annexe 2 du document C9, « Hypothèses d'estimation des surcoûts d'exploitation », le calcul du coût d'exploitation annuel Cigéo est erroné. Cela engendre une sous-estimation de l'ordre de 5% de tous les surcoûts d'exploitation estimés dans les risques et opportunités.
 - Le risque RTM-LT-38 n'intègre pas les surcoûts liés à la MOE-Conception (enjeu : 0,2M€)
- Compte tenu de l'échelle de temps, les actions de mitigation possibles face aux risques identifiés peuvent considérées avoir été menées. Les risques identifiés sont donc les risques « résiduels ».
- Les travaux menés n'ont pas permis d'identifier de corrélation entre les risques qui auraient justifié des liens de dépendance dans leur quantification.
- Nos analyses sur les risques principaux confirment que les surcoûts ont été globalement correctement calculés à partir des postes du chiffrage 2014 : la majorité des risques est traduite en des prolongements d'activité MOE/MOA. Pour les autres, les gammes de surcoût (min et max) sont correctement établies à partir des incertitudes retenues pour les postes concernés.
- Toutefois, on formule les points d'attention suivants :
 - Dans le chiffrage du risque RJR-T1-04, une enveloppe de 15 M€ est retenue au titre des essais technologiques pour le sous-système 4 sans que ce chiffre ne soit explicité.
 - Les risques redondants en phase construction sont quantifiés en multipliant par 7 leur impact. Toutefois, le découpage en 7 phases n'est pas immédiat dans le déroulement de l'exploitation tel qu'il est envisagé à date.
- Pour les risques exclus des provisions dans le dossier 2013, il serait intéressant de chercher dans un second temps à estimer, a minima, leur criticité afin de pouvoir hiérarchiser leur suivi dans les phases ultérieures du chiffrage, voire une estimation (le risque AVP RTM-LT-31 pourrait être estimé à l'aide des coûts unitaires d'alvéoles).

6.2 Opportunités

De même que les risques, les opportunités recouvrent les phases de conception, de réalisation, d'exploitation, de jouvence, de démantèlement et de fermeture, soit de 2014 à 2156.

Les opportunités issues du registre 2013 ont fait l'objet d'une actualisation selon différents axes :

- Consolidation et quantification des opportunités déjà identifiées en 2013
- Ajout de nouvelles opportunités suite à l'instruction par les MOE-SS et la MOE-S.

Elles sont classées en 4 catégories :

- Opportunités Externes : il s'agit d'événements difficilement quantifiables ;
- Opportunités PRE CIGEO : il s'agit d'opportunités liées à l'optimisation des installations des producteurs ;
- Opportunités 2014(14) : il s'agit d'opportunités dont la probabilité et les conséquences ont pu être décrites et quantifiées ;

- Opportunités AVP (19): il s'agit d'opportunités nécessitant des investigations complémentaires pour être évaluées et quantifiées, ce qui sera fait en phase AVP.

NB. Un certain nombre d'optimisations dites « Base Gaiya » comme l'allongement des alvéoles HA1/2 à 100 m avaient été intégrées dans la configuration de référence dès Jesq5 (cf coût de base 2013).

Constats et recommandations sur l'identification des opportunités

- Le suivi des prescriptions des normes, des bonnes pratiques des secteurs de l'ingénierie, de la construction et des travaux souterrains ainsi qu'une revue par un expert indépendant et la sollicitation des différentes parties prenantes participent d'une démarche robuste pour évaluer les opportunités à ce stade du projet⁵⁰.
- Une liste commune des opportunités a circulé tôt dans le processus d'optimisation 2014 et les probabilités et les impacts à configuration donnée ont été discutés. Néanmoins, le choix de l'intégration de davantage d'opportunités en base (choix promu par les producteurs) peut résulter dans un coût global (Base + Registre Risques/Opportunités) différent à la suite d'effets non linéaires et d'amplification sur les opportunités non décorréliées.

Le chiffrage Andra 2014 chiffre des provisions pour 14 opportunités « Opportunités 2014 » des 25 identifiées. Il s'agit principalement d'opportunités liées aux données d'entrée. A date, les opportunités Externes, PRE Cigéo et AVP ne sont pas chiffrées.

Les travaux menés ont consisté en une analyse de la traduction des hypothèses retenues pour estimer et évaluer les opportunités à partir des assiettes du coût de base. On présente ci-dessous une synthèse des opportunités principales :

N°	Liste des opportunités majeures	Criticité		Impacts (M€)				Probabilité	
		T1	Tu	T1	Tu	Exploit	Gain actualisés ⁵¹	T1	Tu
1	Mise en œuvre d'alvéoles HA1/2 fortement exothermiques plus longues que la référence (à 150m)	0	7	0	-1209	0	-137	0	4
2	Optimisation de la géométrie (forme/ section max/ longueur/ pendage) des alvéoles MAVL	0	6	0	-387	0	-44	0	4
3	Optimisation du PIGD : stockage de certains colis primaires sans conteneur de stockage	0	5	0	-216	-58	-32	0	4
4	Augmentation supplémentaire des cadences de creusement MAP/ tunnelier (alvéoles / galeries MAVL et HA)	3	3,75	-73	-298	0	-23	3	3
5	Optimisation EP2	0	3	0	-372 ⁵²	-234	-57	0	3
6	Optimisation du dimensionnement THM de la zone HA1/2	0	3,75	0	-304 ⁵³	0	-23	0	3
7	Réutilisation des équipements fond du process MAVL	0	3,75	0	-174	0	-20	0	3

Dans le coût de base 2013, les opportunités ont été considérées comme survenant en cascade et ordonnées pour permettre de chiffrer les gains potentiels sur cette base en faisant tourner le modèle de calcul ce qui permettait de s'assurer d'un impact total (MOE, impacts sur l'exploitation...).

Dans la version 2014, le calcul des impacts des opportunités n'a pas été réalisé de manière aussi détaillée (utilisation de ratios macroscopiques dans la phase optimisation). En revanche, afin de tenir compte des couplages possibles dans l'évaluation de certaines opportunités, l'Andra les a analysées au cas par cas. Certaines opportunités ont été considérées indépendantes par nature (comme la réutilisation des équipements fond

⁵⁰ Les différentes parties prenantes (MOA, MOE-S, MOE-SS, producteurs) ont été invitées à lister les opportunités tout au long du processus.

⁵¹ Les gains actualisés ont été calculés à partir des ratios issus des coûts d'investissement actualisés/ bruts vA par sous-systèmes.

⁵² L'ordre de grandeur est compatible avec le raisonnement consistant à dire que EP2 est deux fois moins complexe qu'EP1 (1 ligne de process au lieu de 2) et donc deux fois moins cher.

⁵³ Et non pas autour de 400 M€ car dans ce calcul, l'opportunité d'allongement des HA a déjà été supposée réalisée.

MAVL vis-à-vis de la construction d'alvéoles de grande capacité post T1) ou par effet (comme le stockage direct des C1PG vis-à-vis de la construction d'alvéoles de grande capacité post T1). Pour d'autres (allongement des alvéoles HA à 150 m et réduction de l'entraxe), le calcul a été fait en considérant les probabilités d'occurrence (en l'occurrence une réduction de l'entraxe HA sachant que les alvéoles auront été allongés, opportunité considérée plus probable), à l'instar de ce qui avait été fait en 2013.

Constats sur les opportunités

- Nos travaux ont été menés sur la base des éléments mentionnés dans les fiches d'opportunités. Nous n'avons pas eu accès aux fichiers de calcul. Nous avons donc re-calculé les valeurs des opportunités en appliquant strictement les hypothèses retenues par l'Andra. Ces calculs ont abouti à des résultats comparables aux résultats de l'Andra.
- Le ratio utilisé pour traduire la corrélation entre opportunités non indépendantes remplace une analyse combinatoire de l'univers des possibles. Par exemple, la configuration « alvéoles à 100 m + critère THM relâché » n'est pas calculée. En revanche, sa probabilité est si faible ($0,1 \times 0,6 = 0,06$) que le gain ne serait que de 24 M€ bruts. Cette approche simplifiée utilisant les probabilités décroissantes peut donc, à ce stade du chiffrage être considérée représentative des gains en jeu (cf. présentation COPEX 01/10/2014).
- Dans la vB, les assiettes de calcul des gains espérés incluent les coûts de MOE/MOA et des coûts fiscaux (tous comme les assiettes des risques).
- Un certain nombre d'opportunités dites AVP n'ont pas été chiffrées à ce stade.

Points d'attention sur les opportunités

- Le ratio utilisé pour modéliser les couplages entre opportunités non indépendantes sur l'installation souterraine en Tu est issu de la réduction géométrique attendue lors de la réalisation de la probabilité la plus probable qu'est l'allongement des alvéoles HA $\frac{1}{2}$ à 150m (-1/3), pour ne pas surestimer le gain dû à l'accroissement de la cadence. Cet impact devra être confirmé en phase APS dans une vision globale du quartier HA optimisé.
- Globalement, en coûts bruts la somme des opportunités est bien supérieure à la somme des risques. Ceci traduit que le coût de base est centré sur une valeur que l'on peut considérer comme relativement prudente.

6.3 Aléas

Liste des documents et fichiers analysés et des principales réunions tenues :

- Note Andra Quantification des aléas, risques et opportunités (Réf. C9)
- Note PwC portant sur la prise en compte des risques, opportunités, aléas et incertitudes dans le chiffrage 2013 du projet Cigéo (Ref. P4)

La note Andra C9 définit les aléas de réalisation comme des événements (identifiables ou non) ne pouvant pas être quantifiés (comme par exemple des complications administratives, grèves, fortes intempéries.. ; etc).

Il convient de noter que les 6 risques associés à des indisponibilités matérielles précédemment listés dans le registre des risques AVP 2013 (non chiffrés) sont valorisés dans le chiffrage 2014 au travers de la provision pour aléas. La liste de ces risques est présentée ci-après :

N° identifiant	Libellé Aléas
RCN-LT-01.1	Contractant mineur ne répondant pas aux besoins de l'Andra MOA
RJR-LT-01.1	Evolution mineure de la réglementation ou du cadre réglementaire
RJR-LT-02	Non-conformité réglementaire
RSS-LT-06	Acte de malveillance sur l'installation ou ses utilités externes

RTM-LT-15.7	Perte/indisponibilité matérielle majeure en construction
RTM-LT-15.8	Perte/indisponibilité matérielle majeure en exploitation
RTM-LT-46	Aléas climatiques

Dans le chiffrage du coût de base 2013, l'Andra appliquait une provision pour aléas de 10% sur la tranche 1 et de 5% sur les tranches ultérieures.

En 2014, l'Andra a analysé sous-système par sous-système l'ensemble des éléments de chiffrage (compléments d'estimation, incertitudes, risques chantiers) retenus afin d'identifier les quelques postes sur lesquels il resterait encore des événements non couverts par des risques ou des incertitudes par ailleurs (cf §7.3 Tableau de consolidation globale). Il a été considéré que :

- les activités de fourniture et de main d'œuvre liées aux équipements (SS1, SS2, SS4 et SS8) sont peu soumises aux aléas.
- le génie civil du SS2 est basé sur des prix unitaires incluant une part d'aléas de réalisation.

Suite à cette analyse, il a été retenu les parts d'aléas suivantes :

Sous-système	Poste	T1	Tu	Surcoût Invest vA T1 min	Surcoût Invest vA T1 max	Surcoût Invest vA Tu min	Surcoût Invest vA Tu max	Commentaires
SS3-Installations conventionnelles de surface	Tous			6	16	5	24	Les montants reportés dans la grille ne cadrent pas avec la grille de chiffrage du 18 07 2014. (impact non significatif)
SS4- Liaisons surface-fond et ouvrages souterrains	Génie Civil	[3-8]%	[1-5]%	45	119	59	296	L'assiette de calcul inclut le creusement et les frais de chantier en plus du génie civil.
SS5- Installations transverses	Tous			16	42	14	71	

Ce changement de méthode conduit à une provision pour aléas bien plus réduite que selon les hypothèses 2013 (l'application des ratios de 2013 aurait mené à une part d'aléas égale à 384M€ en T1 (10% des coûts d'investissement M&T) et 630M€ en Tu (5% des coûts d'investissement M&T)).

Constats sur les aléas

- Des aléas sont appliqués de manière distincte en fonction des méthodes d'estimation des coûts, poste par poste.
- Les parts d'aléas retenues dans le chiffrage d'Octobre 2014 sont dans la fourchette basse des REX présentés (Ref C9).
- Les différences de nature des phases entre T1 (la phase pilote industrielle) et Tu (les tranches ultérieures) sont bien traduites au travers le choix d'un coefficient différent selon la phase.
- La part d'aléas est calculée sur l'assiette M&T des coûts d'investissement réputés susceptibles de subir des aléas.

Point d'attention sur les aléas

- Les aléas du SS4 sont évalués sur la totalité des postes creusement/ soutènement.
- En phase APS, une étude pourrait être menée pour analyser l'impact sur la provision pour aléas si l'assiette utilisée intégrant les risques et opportunités probabilisés.

7. Consolidation globale

7.1 Valorisation des incertitudes

Liste des documents et fichiers analysés et des principales réunions tenues :

- Chiffrage 2014-20141009-1800.xls (version du 09/10/2014)
 - Note Andra Evaluation des incertitudes d'estimation, vB du 17/10/2014 Réf. C8
-
- Les incertitudes retenues dans le dossier 2014 ont été commentées tout au long des analyses sur le coût d'investissement (§4) et sur les coûts d'exploitation (§5).
 - En vB, les incertitudes sur la jouvence ont été simplifiées pour ne reprendre que les fourchettes et lois correspondant aux postes jouvences
 - Les incertitudes sur les postes d'exploitation (Personnel : $\pm 10\%$, Budgets de fonctionnement : $\pm 20\%$) sont conservés identiques à la vA (cf. Ref. P7). Des incertitudes sur les pièces de rechange (similaires aux incertitudes du poste majoritaire par sous-système) et sur l'énergie et les conteneurs de stockage ($\pm 15\%$ établi par jugement d'expert) ont été ajoutées en vB.

A ce stade des études, et bien que certaines fourchettes et lois soient mentionnées dans la note sur l'évaluation des incertitudes d'estimation Ref C8. La note Andra Ref. C8 présente les résultats agrégés dans le modèle probabiliste créé sous Crystal Ball®.

Lors de la version vB, le dossier de chiffrage présente une seule courbe de coûts probabilisés intégrant les incertitudes, les risques et les opportunités. Cette approche est cohérente avec base + incertitudes + risques/opportunités + aléas.

Conclusion sur les incertitudes

- L'Andra a tracé dans sa note dédiée (Ref. C8) les sources utilisées pour les bornes des fourchettes d'incertitude (en particulier, de nombreux REX).
- Les bornes et les lois ont donc été déterminées à partir des éléments disponibles et des jugements d'expert conformément aux présentations de l'Andra aux GT Coût de 2014. Elles seront affinées au fur et à mesure de la phase APS/APD.
- Les fourchettes traduisent en général un niveau de confiance supérieur à celui généralement attendu en phase Esquisse. Cette approche est dans une certaine mesure cohérente avec les spécificités de la phase Esquisse de Cigéo (historique important, nombreux regards externes), néanmoins, le contexte de la phase optimisation (délais contraints, données MOE-SS non complètement exploitées, reconception profonde du bâtiment EP1, calcul par ratio selon une méthode de chiffrage de type Esquisse...) inviterait à nuancer cet impact, par exemple en élargissant sur certains postes la fourchette d'incertitudes par rapport au coût de base 2013 pour refléter les incertitudes technico-économiques issues de la phase d'optimisation (SS4, Equipements...).
- Par ailleurs, la fourchette d'incertitudes sur les tranches ultérieures pourrait s'élargir davantage afin de tenir compte des évolutions potentielles des coûts unitaires (liées aux variations des prix unitaires de chaque composant difficilement prévisible sur une échelle de temps étendue).
- A ce stade du projet, les incertitudes liées à la mise en œuvre de la réversibilité n'ont pas été intégrées au présent chiffrage. Ce point sera à préciser dans les phases d'études ultérieures et pourra avoir des impacts significatifs (dimensionnement des équipements par exemple). Il serait intéressant de pouvoir disposer d'une note synthétisant les exigences fonctionnelles liées à la réversibilité prises en compte dans ce chiffrage.

7.2 Le modèle Crystal Ball

Liste des documents et fichiers analysés et des principales réunions tenues :

2014-08-21 - 1500 - Modèle chiffrage 2014 - échéancier des risques - Hors exploitation.xls

2014-08-21 - Rapport Crystalball.xls

Note Andra Ref. C8 Chiffrage Cigéo 2014- Evaluation des incertitudes d'estimation

Note Andra Ref. C9 Chiffrage Cigéo 2014- Quantification des aléas, risques et opportunités

Entretien Andra avec le Service gestion de projets/Risques du 16/09/2014

Pour établir les provisions pour risques et opportunités à retenir, l'Andra a consolidé un modèle Monte-Carlo sur Crystal Ball⁵⁴ qui est décrit dans la note de synthèse (Ref. C9).

Constats et recommandations

- Nous avons souligné plus haut la cohérence des sommes effectuées sur des risques considérés indépendants ainsi que sur des opportunités considérées indépendantes ou calculées les unes par rapport aux autres des plus probables aux moins probables. Aucune loi de corrélation spécifique n'est entrée dans le modèle.
- En ce qui concerne la construction du modèle, il pourrait être utile de faire un lien automatique vers les assiettes usuelles (coût de MOE/MOA, coût de certaines tranches) pour faciliter le suivi des risques dans les phases ultérieures et limiter le risque d'erreurs.

La modélisation est découpée en Tranche 1 (Construction) et Tranches ultérieures (Construction, fermeture et démantèlement et jouvence) et fait intervenir les données relatives aux incertitudes, aux opportunités, aux risques et aux aléas. Les analyses statistiques portent sur les coûts bruts et actualisés.

Par ailleurs, la fiscalité est exclue du modèle.

7.2.1 Description des travaux menés

Les vérifications effectuées ont porté sur l'utilisation des formules, sur les valeurs appelées (données d'entrée du registre R&O, fourchettes et lois d'incertitude) ainsi que sur la pertinence de la méthode.

Les fichiers analysés sont les suivants :

- 2014-08-21 - 1500 - Modèle chiffrage 2014 - échéancier des risques - Hors exploitation.xls qui présente toutes les données d'entrée permettant d'alimenter le modèle Crystal Ball.
- 2014-08-21 - Rapport Crystalball.xls qui présente les résultats de la modélisation.

7.2.2 Analyse des données d'entrée incertitudes

Nous nous sommes assurés de la cohérence entre les données du modèle et la note Andra Ref C8, les points en écarts sont les suivants :

Sous-système et Poste	Modèle Crystal Ball			Note Andra Ref C8			Commentaires
	Borne basse	Borne haute	Loi	Borne basse	Borne haute	Loi	
SS2 Equipements	-10%	30%	Uniforme	-10%	20%	Triangle	A été corrigé en vB
SS2 Génie civil Bâtiments nucléaires	-37,5%	25,0%	Triangle	-37,0%	25,0%	Triangle	Ecart peu significatif sur la borne basse
SS2 Ventilation	-32,1%	0,0%	Uniforme	-33,0%	0,0%	Uniforme	Ecart peu significatif sur la borne basse

⁵⁴ La version vB a utilisé 50 000 tirages.

Sous-système et Poste		Modèle Crystal Ball			Note Andra Ref C8			Commentaires
		Borne basse	Borne haute	Loi	Borne basse	Borne haute	Loi	
SS4	Ouvrages de surface	-10%	10%	Triangle				Analogie avec la construction de bâtiments conventionnels
SS5	Energie et fluide (Chantier)	-10%	30%	Uniforme				Analogie avec les équipements mécaniques
SS5	Installations de chantier	-30%	50%	Triangle				Analogie avec les lots techniques SS2

Points d'attention

- Les quelques erreurs relevées sans impact significatif ont été corrigées en vB :
 - Points sur les lois (cf. tableau ci-dessus)
 - Ecart sur les taux MOE Réalisation du SS8 dans le fichier 17% en T1 et 12% en Tu (et non 10% en T1 et Tu dans le chiffrage).
 - Les nouvelles lois et fourchettes d'incertitudes appliquées aux équipements du SS2 seront prises en compte dans la vB.
 - Le coût des verses en T1 et Tu entré dans le modèle ne correspond pas à celui de la grille de chiffrage (SS3).
- Les analogies retenues ne sont pas explicitées. Ce point sera à préciser dans les phases ultérieures.

7.2.3 Analyse des données d'entrée aléas

La part d'aléas est modélisée sous forme d'une loi uniforme bornée par les valeurs calculées qui font l'objet d'une analyse au §6.3. Les aléas sont bien appliqués de manière distincte sur les postes retenus.

7.2.4 Analyse des données d'entrée risques

Nos travaux ont porté sur le bon report (exhaustivité, probabilités, valeurs etc) des fiches de risques de la note Ref C8 ainsi que les lois et fourchettes d'incertitudes appliquées à ces risques.

Les surcoûts Min et Max des fiches de risques sont calculés sur les montants M&T. Dans le modèle Crystal Ball, les surcoûts sont probabilisés sur la base des fourchettes et de la loi d'incertitude du poste M&T majoritaire dans le risque considéré.

L'occurrence du risque est fonction de l'incertitude d'occurrence modélisée par une loi uniforme bornée par les valeurs min et max issues des probabilités. Pour mémoire, la table d'équivalence des probabilités appliquée est la suivante :

Probabilité	Intervalle de probabilité	Min	Max
4	Fortement probable	80%	100%
3	Probable	40%	80%
2	Improbable	10%	40%
1	Très improbable	0%	10%

Les impacts bruts sont le produit entre l'occurrence du risque (modélisé par une loi binaire paramétrée avec le résultat de l'incertitude d'occurrence ci-dessus) et les impacts coûts (modélisés avec une loi uniforme bornée par les surcoûts Min et Max).

Par ailleurs, la continuité de T1 à Tu de certains risques (par exemple : Evolution des classes de ventilation SS2) est matérialisée par la suppression en Tu et la reconduction du facteur occurrence du risque de T1 dans la formule de calcul de Tu.

Points d'attention

Nos travaux n'ont pas soulevé d'erreur hormis les probabilités T1 et Tu du risque RTM-LT-34 « Augmentation du diamètre utile des galeries » qui ne sont pas celles mentionnées dans l'annexe 6 de la note Andra Ref.C9 (3 au lieu de 2 dans les notes). Par ailleurs, on rappelle la correction évoquée au § 6.1, préconisant d'intégrer en vB une correction sur la valeur de l'impact.

7.2.5 Analyse des données d'entrée des opportunités

La valorisation des impacts coûts des opportunités repose sur la même méthodologie que les risques (cf §7.2.1.4).

7.2.6 Analyse des données actualisées

Les échéanciers sont utilisés dans les onglets risques et opportunités 2014 du fichier. En revanche, pour ce qui concerne les incertitudes, les données actualisées sont calculées à partir des ratios par sous-systèmes et par postes. Cette seconde méthode est moins précise que le calcul année par année que réalise l'échéancier mais cela reste cohérent à un stade d'Esquisse.

7.2.7 Analyse restitution du rapport Crystal Ball

Conclusion sur le modèle Crystal Ball

- Le rapport Crystal Ball est conforme aux données d'entrée recensées dans le fichier Modèle Chiffrage 2014 (vérification par échantillonnage).
- A ce stade, la partie exploitation (y compris conteneurs et intercalaires, en particulier pour prendre en compte l'effet de série) non modélisée en vA l'a été en vB.
- Les postes ne faisant pas l'objet d'incertitudes sont l'assurance travaux (T1 et Tu), la MOA / AMOR et la MOE Conception (en T1 uniquement).
- En conclusion, hormis les modifications envisagées pour la vB, nos travaux confirment la cohérence du modèle avec les hypothèses des notes Andra et avec les coûts déterminés dans la grille de chiffrage.

7.3 Consolidation globale

Le tableau ci-après présente une consolidation par poste des Aléas, Incertitudes, Compléments d'estimation et des Risques retenus dans le chiffrage d'Octobre 2014:

Sous- Systèmes	Poste concerné	Incertitudes		Compléments d'estimation		Aléas		Risques et Opportunités Associés ⁵⁵
		Fourchette	Loi	DND	IAC	T1	Tu	
SS1	Equipements mécaniques	[-20% ; +20%]	Loi Triangulaire centrée sur -10% de la valeur Gaiya	1,0%	2,5%	0%	0%	Risques 1, 2, 4 et 7 (163 M€) Risques 3 et 5 (42 M€) Risques 6 et 8 (14 M€) Risques 9 et 10 (47 M€)
SS2	Génie Civil bâtiment nucléaire	[-37% ; +25%]	Loi Triangulaire centrée sur la valeur Gaiya	4,0%	10,0%	0%	0%	Risques 1, 2, 4 et 7 (163 M€) Risques 3 et 5 (42 M€) Risques 6 et 8 (14 M€) Risques 9 à 15 (92 M€)
	Equipements mécaniques	[-10% ; +20%]	Loi Triangulaire centrée sur 0, la valeur Gaiya	1,0%	2,5%	0%	0%	
	Electricité/ Conduite/ Tuyauterie	[-50% ; +100%]	Loi Triangulaire	2,0%	3,0%	0%	0%	
	Ventilation	[-33% ; 0%]	Loi Uniforme	2,0%	3,0%	0%	0%	
	Démantèlement nucléaire	[0% ; +500%]	Loi Triangulaire	N/A	N/A	0%	0%	
SS3	Terrassement	[-15% ; +15%]	Loi Triangulaire	4,0%	6,0%	[3-8]%	[1-5]%	Risques 1, 2, 4 et 7 (163 M€) Risques 3 et 5 (42 M€) Risques 6 et 8 (14 M€) Risques 15 et 16 (36 M€)
	VRD							
	Verses - Remblais							
	Verses - Etanchéité	4,0%	10,0%	0%	0%			
	Déconstruction des ouvrages conventionnels	Aucune	N/A	N/A	N/A	0%	0%	
SS4	Creusement/Génie Civil ouvrages à la MAP	[-10% ; +10%]	Loi Uniforme	5,0%	8,0%	[3-8]%	[1-5]%	Risques 1, 2, 4 et 7 (163 M€) Risques 3 et 5 (42 M€) Risques 6 et 8 (14 M€) Risques 9 et 17 à 21 (317 M€). Il est à noter qu'une opportunité est considérée pour l'augmentation de la cadence de la MAP qui correspond à une réduction de 6-8% du coût unitaire sur le poste Creusement/soutènement.
	Creusement/Génie Civil des puits			5,0%	8,0%			
	Creusement/Génie Civil des ouvrages au tunnelier			5,0%	8,0%			
	Creusement/Génie Civil des alvéoles HA	[0% ; +25%]	Loi Triangulaire			0%	0%	
	Verses - Transport en surface	Aucune	N/A	N/A	N/A	0%	0%	
	Lots techniques en souterrain (Ventilation, Electricité, Conduite, Tuyauterie et Mécanique)	[-30% ; +50%]	o			0%	0%	
	Fermeture des ouvrages souterrains (autres)			3%	5%	0%	0%	
	Fermeture des ouvrages souterrains : Blocs béton alvéole MAVL, Argiles GA, Dépose équipement	[-20% ; +40%]	Loi Uniforme	10%	10%	0%	0%	

⁵⁵ Voir détail plus bas. Les valeurs des risques non probabilisées sont données à titre indicatif.

Sous-Systèmes	Poste concerné	Incertitudes		Compléments d'estimation		Aléas		Risques et Opportunités Associés ⁵⁵
		Fourchette	Loi	DND	IAC	T ₁	T _u	
SS5	Système d'observation surveillance	[-28% ; +0%]	Loi Triangulaire	2,0%	3,0%	[3-8]%	[1-5]%	Risques 1, 2, 4 et 7 (163 M€) Risques 3 et 5 (42 M€) Risques 6 et 8 (14 M€) Risque 20 (5 M€)
	Bâtiments et installations communes	[-10% ; +10%]	Loi Triangulaire					
	Terminal Ferroviaire*	[-20% ; +20%]	Loi Uniforme	N/A	N/A	0%	0%	
	Déconstruction des ouvrages conventionnels	Aucune	N/A	N/A	N/A	0%	0%	
SS6	Aménagement hors site et utilités*	[-15% ; +15%]	Loi uniforme	N/A	N/A	N/A	N/A	Risques 1, 2, 4 et 7 (163 M€)
SS7	Conteneurs de stockage	[-20% ; +20%]	Loi Uniforme			N/A	N/A	Risques 1, 2, 4 et 7 (163 M€) Risque 21 (81 M€)
SS8	Equipements mécaniques*	[-10% ; +20%]	Loi Uniforme	N/A	N/A	0%	0%	Risques 1, 2, 4 et 7 (163 M€) Risques 3 et 5 (42 M€) Risques 9 (43 M€)
Tous	Jouvence	[-9% ; +21%]	Loi Uniforme	N/A	N/A	0%	0%	N/A
Tous	MOE-MOA	Pas d'ajout d'incertitudes complémentaires		N/A	N/A	0%	0%	N/A

* Estimation hors scope des MOE SS, réalisée directement par l'ANDRA

Les risques chiffrés en 2014 que l'on peut considérer comme des risques chantier sont les suivants:

Identifiant risque	Libellé risque	N°
RCN-LT-01.2	Contractant ne répondant pas aux besoins de l'Andra	1
RCN-LT-01.3	Contractant majeur en réalisation ne répondant pas aux besoins de l'Andra	2
RCN-LT-02.1	Recours suite à l'attribution d'un marché - Recours n'aboutissant pas	3
RCN-LT-02.2	Recours suite à l'attribution d'un marché - Recours qui aboutit	4
RSS-LT-05.1	Accident grave de personne en construction	5
RTM-LT-01	Remise en cause de certaines parties du projet par les Moe de réalisation de la tranche 1	6
RTM-LT-02.2	Difficultés dans la mise en oeuvre de l'organisation industrielle en phase réalisation	7
RTM-LT-23	Remise en cause de certaines parties du projet par les Moe de réalisation des tranches ultérieures	8
RTM-LT-18	Mise en place des équipements conventionnels et nucléaires en souterrain plus longue que prévue	9
RTM-LT-38	Non atteinte des performances de confinement statique à l'accostage des hottes	10
RTM-LT-32	Vide Karstique à combler sur EP1	11
RTM-LT-35	Augmentation du dimensionnement du bâtiment EP1 liée à la sectorisation feu et voies de circulation	12
RTM-LT-36	Evolution des classes de ventilation	13
RTM-LT-45	Sous dimensionnement de la ventilation EP1	14
RTM-LT-33	Incertitude sur la réutilisation sur zone de la totalité des matériaux issus de la zone descenderie	15
RTM-LT-48	Evolution du volume des verses	16
RTM-LT-06	Temps d'approvisionnement des matériels de creusement plus long que prévu	17
RTM-LT-25	Réduction des cadences de creusement des puits	18
RTM-LT-34	Augmentation du diamètre utile des galeries	19
RTM-LT-10	Allongement/décalage/surcoûts de travaux réparatoires sur le chemin critique	20
RTM-LT-50	Augmentation de l'épaisseur du chemisage HA	21

Comme mentionné au §2, les coûts d'exploitation et de maintenance pèsent pour un peu plus d'un quart du coût brut de possession du projet Cigéo. Des incertitudes ont été identifiées dans le dossier de chiffrage vA et valorisées au travers du modèle Crystal Ball dans la version vB.

Conclusion

- Chaque poste de coût a été analysé dans sa globalité (incertitudes, aléas, compléments d'estimation, risque, opportunité) dans une perspective de cohérence de l'ensemble.
- A ce stade, aucune redondance n'a été décelée lors de la consolidation des différents éléments du chiffrage.

8. Estimation du schéma assurantiel de Cigéo

Liste des documents et fichiers analysés et des principales réunions tenues :

- Chiffrage 2014-20141009-1800.xls
- Note Andra Schéma assurantiel Ref. C14,
- Proposition de programme assurantiel – Phase B SIACI Ref. C15,
- CIGEO- version provisoire rapport phases A et B schéma assurantiel Cigéo THEOREME Ref. C16

Les Assurances ont fait l'objet d'un chiffrage de la part de l'Andra dans le cadre de la maîtrise des risques du projet Cigéo.

8.1 Processus de chiffrage

L'Andra a recueilli auprès des Producteurs la liste des différentes assurances auxquelles ils souscrivent. Cette liste a ensuite été transmise à deux courtiers afin d'obtenir des cotations d'assurances) : **Siaci Saint Honoré**, assureur actuel de l'Andra (Ref. C15), et l'entreprise **Théorème** (Ref. C16). Cette dernière cotation a permis à l'Andra d'obtenir des informations complémentaires sur la nature des assurances mais l'Andra a décidé de ne pas retenir cette cotation (des échanges sont encore en cours entre l'Andra et Théorème pour approfondir la compréhension du dossier proposé).

C'est donc à partir des taux fournis dans le rapport de Siaci Saint Honoré que l'Andra a effectué le calcul du coût des assurances (cf Ref C14).

Dans le cadre de son chiffrage, l'Andra a défini deux stratégies d'assurance : un programme minimum qui n'intègre que la souscription des assurances obligatoires et jugées indispensables et un programme optimum qui, à l'inverse, vient couvrir un panel plus large d'ouvrages et de risques.

Compte tenu des spécificités de Cigéo, l'Andra a découpé le projet en 3 phases. Chacune fait l'objet d'assurances spécifiques :

- Travaux d'aménagements préliminaires de site et travaux préparatoires SS4 (2017-2020) : Tous Risques Chantier (TRC) et Responsabilité Civile (RC)
- Travaux de construction à partir de 2021 : Tous Risques Chantier ouvrages surface / souterrains, Responsabilité Civile travaux et assurances décennales
- Exploitation à partir de 2029 : Multirisques dommages, Tous Risques Chantier et Responsabilité Civile Nucléaire (RCN)

Par ailleurs, une Garantie pour Perte d'Exploitation a été envisagée mais n'a finalement pas été retenue par l'Andra.

Constats

Les assiettes utilisées pour le calcul des assurances reprennent les montants des constructions « M&T » des ouvrages concernés ainsi que les coûts de la Maîtrise d'œuvre associée, issus du chiffrage Andra Octobre 2014.

8.2 Synthèse

En M€ (Bruts, € 2012)	Assiette	Programme Minimum	Programme Optimum
Tous Risques Chantier (TRC) ⁵⁶	Tous les SS + coût aménagements préliminaires des sites (PMT 2013-2018)	177	218
Responsabilité Civile (RC) ⁵⁷	Idem	-	3
Bris de machine	Non pris en compte (supposé inclus dans le constructeur en charge du lot de travaux correspondant)	-	-
Décennales ⁵⁸	Evaluation d'experts (par ouvrage)	1	16
Exploitation - Multirisques dommages ⁵⁹	Tous les SS (mais seulement 35% pour les process HA et	462	565

⁵⁶ Garantie des travaux de construction contre les dommages matériels, sans recherche de responsabilité pour limiter les délais d'instruction des sinistres.

⁵⁷ Garantie contre les dommages corporels, matériels et immatériels consécutifs ou non.

⁵⁸ Assurance couvrant les dommages pour une durée de dix années compromettant la solidité de l'ouvrage ou le rendant impropre à son usage.

⁵⁹ Assure les dommages matériels causés aux biens immobiliers et mobiliers d'origine soudanaise et accidentelle ainsi que les frais consécutifs à ces dommages et les responsabilités consécutives.

En M€ (Bruts, € 2012)	Assiette	Programme Minimum	Programme Optimum
	MAVL du SS1, et hors coûts de creusement / soutènement / revêtement définitif du SS4)		
Responsabilité Civile Nucléaire (RCN) ⁶⁰	170k€/an	22	22
TOTAL		662	823

8.3 Description des travaux menés

Les travaux ont consisté à s'assurer de l'adéquation des taux retenus par l'Andra avec les taux proposés par les courtiers et de la bonne application de ces taux aux assiettes adéquates issues du coût de base.

Le chiffrage des assurances se matérialise par un onglet dans le fichier de chiffrage de synthèse Andra « Chiffrage 2014 - 20141009-1800 – VERSION EN COURS ». Cet onglet utilise le montant des ouvrages concernés dans les autres onglets afin de calculer le coût de chaque assurance.

Points d'attention

- Sur l'assiette :

- Cette cotation est préliminaire et devra faire l'objet de révisions à chaque réévaluation des coûts de travaux et du schéma industriel.
- L'assiette de calcul des travaux d'aménagements préliminaires de site et travaux préparatoires SS4 (2017/2020) se base sur les coûts du PMT 2013-2018. Le nouveau planning du projet suppose des activités préliminaires entre 2018 et 2020 qui ne semblent pas avoir été intégrées dans l'assiette.
- Les travaux déclinés ont mis en évidence que ni la jouvence, ni les coûts de fermeture / démantèlement ne font partie de l'assiette de calcul des assurances. Cette pratique devra être confirmée avec les producteurs.

- Sur les taux :

- Les assurances considérées sont celles existantes au moment de la cotation. Certaines assurances risquent de ne pas trouver d'assureurs au moment de la recherche de couverture. Par ailleurs, les taux utilisés sont des taux de marché constatés en 2013. Il y a un risque sur l'évolution des taux (et donc le coût des assurances). Etant donné la durée du projet, il pourrait être intéressant de prévoir des assurances renouvelables.
- Faute d'éléments transmis par son courtier d'assurance (dans un contexte incertain sur le statut à risque réduit de Cigéo ainsi que sur les nouveaux seuils réglementaires), l'Andra n'a pas été en mesure d'actualiser le chiffrage de l'assurance en Responsabilité civile nucléaire. La valorisation utilisée dans le présent chiffrage (données produites dans le cadre du chiffrage 2003-2005) nécessitera d'être mise à jour en phase APD.
- L'Andra remonte deux programmes d'assurance (un minimum et un optimum). Les deux programmes sont finalement dans une fourchette resserrée (726€ - 900M€). Cela conforte l'ordre de grandeur du coût annuel des assurances (6-7M€/an). Néanmoins, une justification pourrait être fournie pour la non-prise en compte de la garantie pour Perte d'Exploitation dans le programme optimum.

→ **Les travaux menés confirment la prise en compte des nouvelles assiettes de la version B du chiffrage. Il est à noter que les sous-systèmes SS6 et SS7 sont à ce stade exclus des assiettes de calcul.**

Conclusion sur les assurances

A l'exception de quelques approximations de calcul corrigées par l'Andra dans sa note transmise à la DGEC, les travaux menés n'ont pas identifié d'erreur dans l'établissement de ce schéma assurantiel préliminaire, que ce soit dans l'utilisation des taux proposés par les courtiers, au niveau des montants des assiettes calculées ou dans l'utilisation des formules Excel.

⁶⁰ Assurance obligatoire pour l'Andra en sa qualité d'exploitant nucléaire de Cigéo

9. *Fiscalité*

Liste des documents et fichiers analysés:

- Chiffrage fiscalité Cigéo Hyp1 exo souterrain 20141014_vdef
- Les hypothèses et les résultats sont présentés dans la note Andra relative à la fiscalité (Ref. C13)

La fiscalité a fait l'objet d'un chiffrage préliminaire de la part de l'Andra. Ce chiffrage a été bâti avec les coûts d'investissement et d'exploitation de base du projet Cigéo (hors aléas, incertitudes, risques et opportunités) tels qu'estimés en Octobre 2014.

Travaux PwC :

Les travaux réalisés par PwC ont porté sur :

- la lecture des textes de lois applicables (extraits du Code Général des Impôts, bulletins officiels BOI-IF-TFB-20-10-50-30-20130408 et BOI-IF-TFB-20-10-50-10-20121210) a permis de vérifier la description des méthodes d'évaluation de la fiscalité dans la note Andra Ref C13 ;
- une revue de la concordance entre les éléments décrits dans la note Andra Ref C13, leur application dans le fichier Ref 2 et le report des données chiffrées en Annexe de la note Andra C13 ;
- la vérification de la traduction des hypothèses, la vérification des formules et des interfaces avec les différents onglets (onglet d'hypothèse, onglet de calcul détaillé, onglet du chiffrage du coût de base de l'investissement) ;
- la vérification de l'application des assiettes à partir du coût de base (construction + exploitation) établie par l'Andra DIP/EEE ;
- le calcul de la valeur locative foncière (assiette de calcul de la TF et de la CFE). Des vérifications ont porté sur l'exhaustivité de la base de calcul à savoir l'intégralité du coût de construction (y compris coûts de MOE et MOA mais hors jouvence et démantèlement) de tous les sous-systèmes pour la tranche 1 et les tranches ultérieures, les dates de début et de fin d'imposition, la traçabilité et la pertinence de ce qui a été considéré comme « foncier ». De plus, les calculs menés pour prendre en compte l'inflation et la valeur actualisée nette ont aussi été vérifiés. La déclinaison des hypothèses (exonération des équipements, exonération du fonds...) dans les onglets de calcul a été vérifiée.

Les points remontés par la revue PwC ont été intégrés au fil de l'eau par l'Andra.

Processus de chiffrage :

L'Andra a dans un premier temps référencé la liste des impôts et taxes auxquels les installations de Cigéo seront soumises. Ce référencement s'est basé sur le REX des centres existants tout en considérant les spécificités du projet. Il résulte de cette analyse que le site Cigéo sera soumis aux impôts et taxes de droit commun :

- Fiscalité directe locale :
 - Taxe additionnelle à la taxe sur les INB dite 'de Stockage' (TS)
 - Taxes assises sur les valeurs foncières : Taxe Foncière (TF) et Cotisation Foncière des Entreprises (CFE)
 - Cotisation sur la Valeur Ajoutée des Entreprises (CVAE)
- Fiscalité nationale :
 - Plafonnement de la Contribution Economique Territoriale (CET, qui est la somme de la CFE et de la CVAE) en fonction de la Valeur Ajoutée
 - Taxe sur les Installations Nucléaires de Base (INB)
 - Contribution IRSN

L'Andra a ensuite analysé les méthodes d'évaluation de la fiscalité pour les impôts et taxes cités ci-dessus. L'analyse a porté sur les références fiscales, le mécanisme d'imposition (taux, forfaits, coefficients, formules de calcul), l'assiette de calcul et les faits générateurs de début et de fin d'imposition.

Enfin, l'Andra a procédé au chiffrage de la fiscalité sur la période 2020 à 2144 en distinguant la fiscalité nationale de la fiscalité locale. La version finale analysée du fichier de calcul intègre les premières remarques de la DGEC reçues courant mai-juin 2014.

L'analyse détaillée des hypothèses retenues et des premières évaluations est décrite dans la note Andra Ref. C13.

Outre les hypothèses relatives aux taux présentées dans le tableau ci-après, les principales hypothèses de construction du coût de la fiscalité sont rappelées ci-dessous :

- Les hypothèses calendaires pour les faits générateurs de début et de fin d'imposition sont prises en cohérence avec la note du chiffrage (Ref. C12).
- Le chiffrage prend pour hypothèse que toutes les installations souterraines du centre sont exonérées de taxe foncière et de cotisation foncière des entreprises (CFE).
- La méthode d'évaluation applicable à Cigéo pour les taxes assises sur les valeurs foncières est la méthode comptable (la méthode par abattement conduisant à une forte réduction a été exclue après discussions avec la DGEC).
- Les assiettes imposables au foncier ont été déterminées par jugement d'expert sur la base des dispositions de l'alinéa 11 ° de l'article 1382 du CGI.
- De plus, les investissements retenus couvrent les tranches T1 +TU (y compris les coûts de MOA/MOE). En revanche, les coûts de jouvence et de démantèlement ne sont pas pris en compte.
- L'hypothèse retenue pour l'établissement du chiffre d'affaires est que le préfinancement des investissements communs et spécifiques sera neutralisé par des produits constatés d'avance.
- L'actualisation économique a été calculée avec un taux d'actualisation net de 2,9% (inflation de 1,9% et taux d'actualisation de 4,8%).

Taxes ou Impôts		Législation en vigueur	Méthode de calcul	Hypothèses retenues	Constats
Taxe Stockage	de	Article 43 de la loi n° 99-1172 du 30 décembre 1999 de finances pour 2000	Produit de : [Capacité du stockage (m³) * somme forfaitaire (2,2 €/m³)] + Application d'un coefficient (potentiellement compris entre 5 et 50)	Coefficient 5	La capacité de stockage est exprimée en volume de déchets primaires, avant conditionnement définitif (soit environ 92 000 m³).
Taxe Foncière		Articles 1380 ; 1381 et 1499 du CGI	Assiette : Valeur locative foncière = Prix de revient après abattements (*) Taux appliqués : Taux communal de 11% Taux départemental de 24% Frais de gestion de 3% (*): les abattements diffèrent selon que la méthode comptable (4%) ou la méthode par voie d'appréciation directe (1,6%) est appliquée	Méthode comptable	<ul style="list-style-type: none"> La TF et la CFE partagent la même assiette de calcul : la valeur locative foncière. La détermination de cette assiette est basée sur le coût de base 2014. Cette assiette calculée de façon cumulative suit les chroniques d'investissements. Il est à noter que : l'imposition des installations de surface débute en 2026 pour EP1 (soit l'année précédant la réalisation des essais d'ensemble) et en 2076 pour EP2. EP1 est ensuite exclu de l'assiette à compter de 2099 (date à laquelle commence le démantèlement). Tous les taux utilisés dans le calcul de la TF et de la CFE sont issus des avis d'imposition 2013 du laboratoire. Le calcul de la TF prend en compte une exonération de deux années pour la part départementale, conformément à l'article 1383 du Code général des impôts et le calcul de la CFE prend en compte une exonération d'une année, conformément à l'article 1467 A du Code général des impôts. Le coût du projet Cigéo n'étant pas définitif, une réévaluation de l'assiette foncière aurait un impact sur le coût de la fiscalité de la TF et de la CFE.
CFE		Articles 1447 et 1499 du CGI	Assiette : Valeur locative foncière = Prix de revient après abattements (*) Taux appliqués : Taux communal de 17% + frais de gestion de 3% Taux de la CCI de 2% + frais de gestion de 9% (*): les abattements diffèrent selon que la méthode comptable (5,6%) ou la méthode par voie d'appréciation directe (0,96%) est appliquée		
CVAE		Article 1586 ter du CGI	Assiette (Pour un chiffre d'affaires > à 50 M€/an) : VA plafonnée à 85% du CA Taux appliqués : Taux de 1,5% + Taxe additionnelle égale à 6,3% de la CVAE + frais de gestion de 1%	Aucun aléa	<p>Le calcul de la VA effectué est le suivant : VA = Production – Charges externes, ce qui revient à : VA = Fiscalité + MOA internalisée.</p> <p>Le ratio VA/Production du projet Cigéo est de 52%. Ces taux restent du même ordre de grandeur que les centres actuels (59% sur l'exercice 2012-2013, info Andra/SG). Compte tenu des incertitudes sur la valeur ajoutée, un ajout d'aléas avait été considéré dans l'évaluation. Ces aléas n'ont qu'une très faible influence sur le calcul de la CVAE et sur le plafonnement VA.</p>
Plafonnement de CET sur la VA		Article 1647 B sexies du CGI	Somme de : [CFE (hors part CCI) + CVAE (hors taxe additionnelle)] – [3% * VA]	Cf. hypothèses de la CFE et de la CVAE	Le dégrèvement de CET dépend du calcul de la CVAE et de la CFE. Pour le calcul de la CFE, le choix de la méthode d'estimation (méthode comptable ou méthode par voie d'appréciation directe) a un impact significatif sur le calcul du plafonnement de la CET sur la valeur ajoutée.
Taxe INB		Article 43 de la loi n° 99-1172 du 30 décembre 1999 de finances pour 2000	Somme forfaitaire annuelle de : 2,165 M€ + Application d'un coefficient égal à 1	Coeff. 1	Le coefficient de 1 retenu est pour une capacité de stockage inférieur à 1 million de m³ ce qui est cohérent avec la capacité d'environ 90 000 m³ du PIGD VD.
Contribution IRSN		Loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010	Somme forfaitaire annuelle de : 0,1 M€ + Application d'un coefficient (compris entre 1 et 2)	Coeff. 1	L'hypothèse retenue est dans le bas de la fourchette prévue par la loi.

Points d'attention sur les hypothèses :

- Les spécificités du projet Cigéo ont été bien prises en considération afin de dresser une liste pertinente des impôts et taxes applicables (Par exemple l'IFER a été analysé mais n'a finalement pas été retenu au motif que c'est le propriétaire des transformateurs qui est imposable).
- Ce chiffrage est donc fortement tributaire des incertitudes portant sur les assiettes (coût de base 2014) utilisées.
- La Taxe Foncière s'applique aux propriétés bâties (TFPB) et aux propriétés non bâties (TFPNB). Seule la TFPB a été valorisée par l'Andra sur la base d'un courrier de la DLF indiquant que les terrains non bâtis seront considérés comme du bâti. Par ailleurs, les verses (254 sur 357 M€ du SS3) ont été intégrées dans le calcul de l'assiette de la taxe foncière. Cette hypothèse conservatrice pourra être ajustée dans les phases suivantes.
- Compte tenu des conditions d'exonération des ouvrages souterrains pour la Taxe Foncière et la CFE, les montants identifiés « SS4 » mais relatifs à des installations de surface (tête de puits et de descenderie) ont correctement été imposés via l'intégration dans l'assiette des bâtiments de surface non-nucléaires.
- Les travaux préliminaires inclus dans le SS5 supposés réalisés avant 2020 ne sont pas pris en compte dans le chiffrage.
- A ce stade des hypothèses simplificatrices sont prises pour les échéanciers d'imposition (année prévue pour les essais d'ensemble, répartition linéaire des investissements souterrains,...) qui ne remettent toutefois pas en cause les ordres de grandeur.
- Le calcul de la CVAE et du plafonnement VA dépend de la définition retenue pour le chiffre d'affaires dans le cadre du schéma comptable Cigéo à définir. Aujourd'hui, le chiffre d'affaires est estimé sur la base des coûts d'exploitation (sous-traitance, main d'œuvre, impôts), hors marge sous l'hypothèse que le préfinancement des investissements communs et spécifiques sera neutralisé par un produit constaté d'avance car l'Andra n'a pas rendu le service de stockage correspondant. Même si cette hypothèse est cohérente avec les premiers travaux de l'Agence sur ce sujet, tout changement de méthode aurait un impact significatif sur le calcul de la Valeur Ajoutée et donc de la CVAE et du PFA.
- Sont exclus du périmètre d'analyse l'Impôt sur les Sociétés (IS) ainsi que la Taxe sur les Véhicules des Sociétés (TVS).
- Compte tenu de l'hypothèse retenue par l'Andra d'immobiliser les coûts seulement à partir de l'APD (en 2015), les coûts de MOA et MOE de la période 2012-2014 devraient être sortis de la base de calcul, ce qui ferait passer le montant fiscal à 4022 M€ bruts soit **~2% de réduction. Cet ajustement devra être fait dans les mises à jour futures.**

Synthèse du chiffrage du coût fiscal Cigéo :

	En M€ brut
Collectivités	5 902
<i>Taxe de Stockage</i>	115
<i>Taxe Foncière</i>	3 205
<i>CFE</i>	2 458
<i>CVAE</i>	125
Etat	- 1 792
<i>Plafonnement de CET sur la VA</i>	-2 075
<i>Taxe INB</i>	271
<i>Contribution IRSN</i>	13
TOTAL (2020-2144)	4 011
<i>Moyenne par an</i>	<i>26 M€ en T1 35 M€ en Tu</i>

→ **Les travaux menés confirment la prise en compte des nouvelles assiettes de la version B du chiffrage. En particulier, le décalage de construction du bloc 3 de l'EP1 à 2049 a été pris en compte.**

Conclusion sur la fiscalité

- Au terme de notre analyse et après la correction de quelques erreurs soulevées au fil de l'eau, nous n'avons constaté aucune incohérence, que ce soit au niveau des montants des assiettes calculées, dans la détermination des taux applicables ou dans l'utilisation des formules Excel.
- Les hypothèses retenues pour chaque élément de fiscalité (taux, assiettes, hypothèses calendaires, exonérations....) sont bien tracées dans le document de calcul et dans la note d'hypothèses.
- Les hypothèses fiscales retenues sont conformes aux dispositions législatives existantes ou, le cas échéant, aux hypothèses transmises par la DGEC.
- Etant donné l'état d'avancement du projet (évolution des assiettes, échéanciers, hypothèses sur la construction du chiffre d'affaires...), ce chiffrage ne peut être considéré que très préliminaire et devra être ajusté en parallèle des autres éléments du chiffrage, même si aucune incertitude n'est retenue explicitement sur ce poste.

Annexe 1 – Liste des documents analysés

#	Référence	Titre
Note méthodologique		
M1	CIGEO.SP.ASGP.11.0002	Spécification de management de la MOE-S, note Andra Indice B
M2	CG.TE.F.PMN.AMOA.MNo.0000.12.0054/A	Plan de management de projet de la phase Etudes, 2012
M3	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-0000-1 2-0043	Cigéo – Chiffrage 2013, Organisation et méthodologie d'évaluation des coûts, note Andra Indice A
M4	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-0000-13-0022	Cigéo – Chiffrage 2013 Note d'organisation de la revue des coûts unitaires
Notes de chiffrage		
C1	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-1000-14-0060	Chiffrage Cigéo en phase esquisse – Estimation du coût de base – Process nucléaire (SS1, note Andra 2014)
C2	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE- 2000-14-0061	Chiffrage Cigéo en phase esquisse – Estimation du coût de base – Bâtiments nucléaires de surface (SS2, note Andra 2014)
C3	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-3000-14-0062	Chiffrage Cigéo en phase esquisse – Estimation du coût de base – Installations conventionnelles de surface (SS3, note Andra 2014)
C4	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-4000-14-0063	Chiffrage Cigéo en phase esquisse – Estimation du coût de base – Liaisons surface-fond et ouvrages souterrains (SS4, note Andra 2014)
C5	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-5000-14-0064	Chiffrage Cigéo 2013 – Estimation du coût de base – Installations transverses (SS5, note Andra)
C6	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-6000-14-0065	Chiffrage Cigéo 2013 – Estimation du coût de base – Utilités externes et aménagements hors site (SS6, note Andra)
C7	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-8000-14-0066	Chiffrage Cigéo 2013 – Estimation du coût de base – Système de transfert incliné des hottes (SS8, note Andra)
C8	CG-TE-F-NTE-AMOA-RSQ-0000-14-0077	Chiffrage Cigéo 2014 – Evaluation des incertitudes d'estimation
C9	CG-TE-F-NTE-AMOA-RSQ-0000-14-0076	Quantification des aléas, risques et opportunités – Projet Cigéo, Octobre 2014
C10	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-0000-14-0079	Chiffrage Cigéo 2014 – Tableau de synthèse du chiffrage
C10 bis	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-0000-14-0068	Cigéo – Chiffrage 2014 – Estimation du coût de base de l'exploitation Note de synthèse
C11	CG -TE-F-NTE-AMOA-EEE-0000-14-0067	Chiffrage Cigéo en phase esquisse – Estimation du coût de base MOA Andra - MOE
C12	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-0000-14-0059	Chiffrage Cigéo 2014 – Hypothèses économiques et calendaires
C13	CG-TE-F-NTE-AMOA-RSQ-0000-14-0076	Chiffrage Cigéo en phase esquisse –Fiscalité

#	Référence	Titre
C14	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-0000-14-0038	Chiffrage Cigéo 2014 – Schéma assurantiel
C15	CIGEO – Proposition de programme assurantiel – Phase B – version mise à jour le 05/12/2013 - SIACI	
C16	CIGEO - version provisoire rapport phases A et B schéma assurantiel Cigéo THEOREME	
C17	CG-TE-D-NTE-AMOA-ELO-0000-14-0003/2	Note Gaiya de justification des bilans de puissance électrique général de l'ensemble des sous-systèmes
C18	CG-PDD-ADPG-14-0031	Plan de développement des composants du projet Cigéo
Divers		
D1	GT Coût du 30 juillet 2013	Méthodologie de détermination de la provision pour Risques et opportunités du projet Cigéo
Notes PwC		
P1	Rapport d'étape n°1 PwC_Audit du processus et des outils de chiffrage 2012	Rapport d'étape n°1 PwC (à Jesq03)
P2	Rapport d'étape n°2 PwC_Audit du processus et des outils de chiffrage 2013	Rapport d'étape n°2 PwC (coût de base 2013)
P3	GT Coût DGEC 17/04/13 Bilan de la revue des coûts unitaires	Document préparé par PwC Version amendée avec les commentaires en séance et la synthèse des apports
P4	Note portant sur la prise en compte des risques, opportunités, aléas et incertitudes dans le chiffrage 2013 du projet Cigéo	Inventaire des définitions des éléments du chiffrage et constats et recommandations sur leur prise en compte dans la construction du chiffrage Cigéo 2013, Juin 2013
P5	Note portant sur l'analyse de la Fiche thématique n°1 du GT Coût DGEC « Prise en compte des évolutions d'inventaire et d'indices »	Note PwC présentée en GT Coût DGEC en mai 2013.
P6	Contexte et description des travaux portant sur le processus de chiffrage de Cigéo entre 2012 et 2014	Note PwC de synthèse du processus de chiffrage à date du 18/07/2014
P7	Note portant sur l'évaluation des coûts d'exploitation	Note PwC portant sur les coûts de personnel et des budgets de fonctionnement dans le chiffrage de juillet 2014

Annexe 2 – Synthèse des principales modifications apportées depuis la version préliminaire du rapport PwC (17/10/2014)

La liste des modifications principales, par poste, apportées à notre rapport préliminaire pour prendre en compte la version finale du chiffrage 2014 (vB) est présentée ci-dessous.

Postes	Modifications principales
SS1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réallocation (Correction) de quelques équipements entre Process MAVL et Process HA ▪ Correction du calcul de la jouvence.
SS2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transfert de coût du bloc 3 de EP1 de la T1 à la Tu ▪ Correction du calcul de la jouvence
SS3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Correction du ratio de démantèlement ▪ Correction sur la fin de vie du bâtiment ETE ▪ Diminution de la jouvence du centre de formation
SS4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Correction des linéaires d'ouvrages construits au tunnelier (augmentation du coût d'amortissement du tunnelier) ▪ Correction de la remontée des coûts par corps de métier et impact sur la jouvence
SS5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réallocation des coûts d'exploitation lié au poste « Energie et fluides pendant le démantèlement (2145-2156) » ▪ Réinsertion du coût du merlonage SS2
Autres postes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prise en compte de l'ensemble des évolutions sur les sous-systèmes

ANDRA Cigéo

Audit des méthodes et des outils d'élaboration du chiffrage

Note portant sur l'évaluation des coûts d'exploitation dans le chiffrage de juillet 2014

PWC

Août 2014

Pages : **20**

Sommaire

1. Contexte	3
2. Périmètre de la note et travaux réalisés	3
3. Analyse de l'estimation des coûts de personnel	4
3.1. Taux	4
3.2. Effectifs	7
4. Budgets de fonctionnement	12
5. Synthèse à juillet 2014	15
6. Applicabilité des apports des producteurs.....	16
6.1. Comparaison des définitions	16
6.2. Comparaison des taux.....	17
7. Synthèse des conclusions.....	19
A1 Liste des documents analysés.....	20

1. Contexte

L'Andra a mandaté PwC pour réaliser l'audit des méthodes et outils mis en œuvre par l'agence dans le cadre du projet Cigéo pour évaluer les coûts du stockage. Cet audit ne porte pas sur la validation des montants du chiffrage, en particulier la valeur des coûts unitaires d'investissement et la volumétrie du stockage. Il est fondé uniquement sur les informations fournies par l'Andra et le groupement Gaiya qui assure la maîtrise d'œuvre système du projet. Il ne constitue donc pas un audit ou un examen limité selon les normes d'exercice professionnel applicables en France.

Le rapport n°1 daté de janvier 2013 (Ref. P1) portait sur le dossier préliminaire de chiffrage des coûts d'investissement établi par le groupement Gaiya dans le cadre des livrables du jalon Jesq03, et les notes de chiffrage préliminaire des conteneurs établies par l'Andra. Les travaux formalisés dans le rapport n°2 diffusés en mars 2014 (Ref. P2) ont porté sur le dossier de chiffrage du coût de base Cigéo 2013 établi par l'Andra en fin d'année 2013, à partir des éléments fournis par Gaiya au jalon Jesq5. Le rapport n°3 en cours reprendra les travaux réalisés depuis janvier 2014 sur le chiffrage transmis par l'Andra à la DGEC en Juillet 2014.

2. Périmètre de la note et travaux réalisés

Cette note présente une analyse de l'approche et des données utilisées par l'Andra pour estimer les coûts d'exploitation et de maintenance du centre Cigéo (2029 – 2144) décrits dans la note de synthèse du coût de base de l'Exploitation de l'Andra à juillet 2014 (Ref. [1]). Cette estimation s'appuie sur la conception du centre telle que définie au jalon Japso3b (présentation faite au CT conception du 17/06/2014, Ref. Di/Dir 14_0103), chronique PIGD vD translatée de 4 ans (cf Ref. [9]).

Des hypothèses relatives au schéma industriel ont été modifiées par rapport au coût de base 2013 (Ref [2]). En particulier, les effectifs d'exploitation et de maintenance comprennent désormais une part de personnel Andra dédié au pilotage du personnel en sous-traitance et/ ou des contrats externalisés. Toutefois, le schéma industriel sera approfondi et confirmé en phase APD.

La structure retenue par l'Andra distingue d'une part les coûts de personnel (effectifs, taux), d'autre part les budgets de fonctionnement comme illustré ci-dessous. Enfin les autres dépenses d'exploitation (énergie, fluide, pièces de rechange, conteneurs et intercalaires, assurances) font l'objet d'analyses dans le rapport n°3.

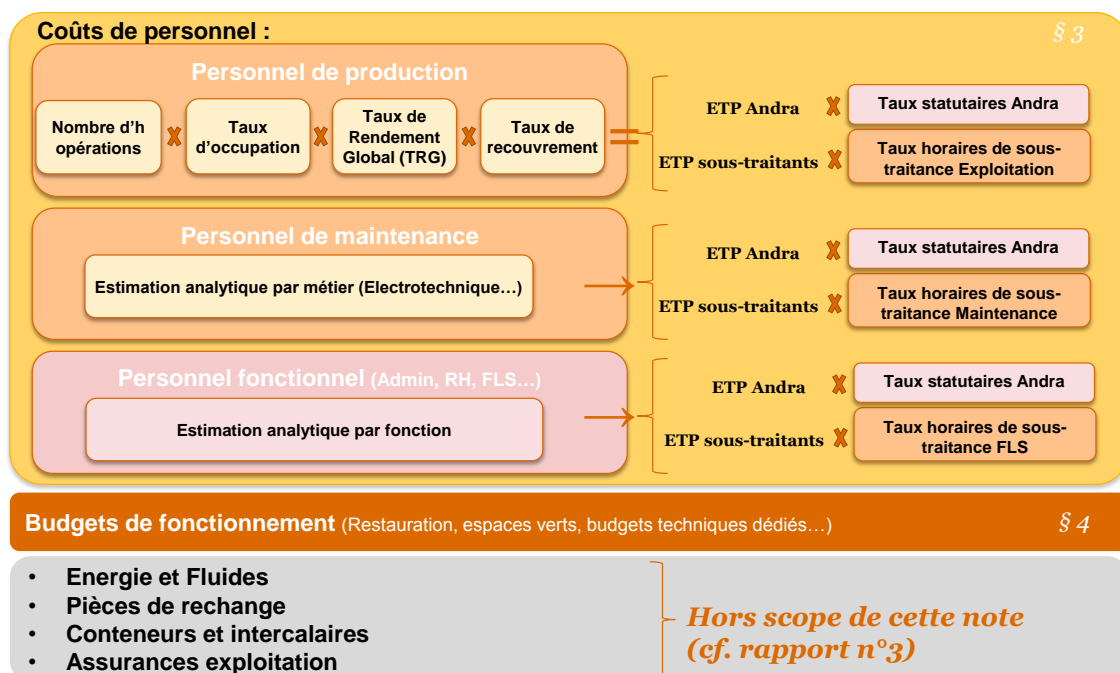


Fig 1 - Structure des coûts d'exploitation (juillet 2014)

Les travaux menés ont consisté en :

- une analyse de l'établissement des taux (sources utilisées, calculs réalisés),
- une analyse de la méthode d'évaluation des effectifs,
- une vérification de la bonne utilisation des taux pour valoriser les effectifs estimés,
- une analyse de l'établissement des budgets de fonctionnement,
- une analyse des apports complémentaires des producteurs.

Compte tenu de l'échelle de temps du projet, les coûts au-delà de quelques décennies doivent être considérés avec une grande prudence. En effet, les incertitudes relatives aux innovations techniques et à la nature des coûts de personnel, par exemple, ne peuvent être pleinement appréhendées aujourd'hui¹.

3. Analyse de l'estimation des coûts de personnel

Ce paragraphe présente d'une part la méthodologie d'établissement des taux horaires retenus et d'autre part la méthodologie d'estimation des effectifs d'exploitation.

3.1. Taux

L'Andra a déterminé 4 typologies de taux pour valoriser les effectifs dimensionnés : des taux Andra applicables au personnel Andra, des taux pour les contrats de sous-traitance opérateurs et maintenance et des taux spécifiques pour les contrats FLS. Pour chaque typologie, l'Andra a distingué deux catégories de personnel : les ingénieurs/cadres et les ETAM.

Le tableau ci-dessous présente les taux horaires appliqués aux différentes fonctions.

Fonctions	Personnel Andra	Personnel externe
Direction	Taux Andra	N/A
Fonctions de production – exploitation*		Taux de sous-traitance contrat opérateur
Fonctions de production – maintenance*		Taux de sous-traitance contrat maintenance
QSSSER- Radioprotection*		Taux de sous-traitance contrat opérateur
QSSSER- FLS*		Taux spécifique FLS
Fonctions supports (RH, Achats, Communication etc...)		N/A
QSSSER- Autres Fonctions		N/A
Fonctions d'interface		N/A

*Dans le chiffrage de juillet 2014, du personnel de supervision Andra est prévu pour encadrer les personnels externes. Cette supervision est valorisée au taux Andra.

Les charges externes non incluses dans les taux moyens utilisés pour valoriser les ETP, de type restauration, entretien des locaux et des espaces verts, blanchisserie, etc. sont traduites par des budgets de fonctionnement annuels (cf § 4).

Constats et points d'attention

- La distinction en deux types de coût horaire (ingénieurs/cadres et ETAM) est à la fois compatible avec l'approche analytique retenue pour l'élaboration du coût d'exploitation et avec la nature des contrats de sous-traitance qui représente l'une des sources de l'établissement de ces coûts horaires (cf. ci-après).
- Le chiffrage à juillet 2014 repose sur une valorisation d'un nombre moyen d'ETP par période et non plus sur la valorisation du nombre d'heures nécessaires pour réaliser les tâches. Ce biais dû aux arrondis est négligeable devant les incertitudes à ce stade et en cohérence avec le fait que les taux horaires utilisés renvoient à des prestations forfaitaires (basées donc sur des ETP et non pas à l'heure).

¹ Des réserves sur des calculs socio-économiques au-delà de 40-60 ans sont régulièrement exprimées par la puissance publique (nous faisons notamment référence au rapport « CGSP : l'impact socioéconomique des investissements publics, Sept. 2013 » et au rapport Lebegue 2005).

La suite du paragraphe détaille les sources et la méthode utilisées pour définir les 4 taux horaires utilisés en fonction des activités et des catégories de personnel.

3.1.1 Personnel sous-traitant : Production et Maintenance

Les taux retenus pour le personnel d'exploitation sont ceux des bordereaux des prix des contrats d'opérateur industriel (STMI) du Centre de Stockage de l'Aube (CSA)² (Ref. [6]). De même, les taux retenus pour le personnel de maintenance sont calculés avec les bordereaux des prix des contrats d'opérateur de maintenance (ENDEL) du CSA (Ref. [7]).

Les coûts annuels sont calculés sur la base de 1570 h/ an et par ETP.

Catégories	Qualifications selon le contrat STMI (opérateur industriel)	Qualifications selon le contrat Endel (maintenancier)	Méthodologie de calcul
Ingénieurs et cadres (I/C)	<ul style="list-style-type: none"> Ingénieur confirmé Ingénieur chargé d'affaires 	<ul style="list-style-type: none"> Ingénieur 	Taux horaires 2011 actualisés à janvier 2012 selon les formules contractuelles ;
Employés, Techniciens et Agents de Maîtrise (ETAM)	<ul style="list-style-type: none"> Technicien supérieur Chef d'équipe Technicien Agent d'intervention Agent administratif 	<ul style="list-style-type: none"> Agent de maîtrise Technicien études / plans / mise à jour Automaticien Technicien site Technicien grand déplacement Technicien RP Technicien chariot / engins 	Moyenne arithmétique des taux horaires actualisés des deux contrats ; Particularité pour les postes de travail 3x8 et 5x8 : application de coefficients de majoration (moyenne de coefficients proches).

Méthode de calcul des taux horaires

Constats et points d'attention

- Les travaux réalisés ont permis de confirmer la traçabilité des taux utilisés dans le chiffrage à juillet 2014 pour valoriser les postes d'opération et de maintenance.
- L'application de taux de sous-traitance distincts pour la production et la maintenance (un taux moyen avait été appliqué à tous les effectifs 'production et maintenance' dans le coût de base de décembre 2013) se rapproche davantage de la réalité du CSA.
- Le périmètre couvert par ces taux de sous-traitance (charges de personnel, assurance et frais généraux des entreprises sous-traitantes, etc.)³ est conforme avec la démarche d'estimation et la structure des coûts.
- Par ailleurs, les analyses n'ont pas permis de conclure sur :
 - la prise en compte dans les taux horaires des sous-traitants d'éventuelles indemnités de grand déplacement ou l'impact de traitement de déchets à plus forte radioactivité que ceux actuellement traités au CSA (même si, étant donné la conception de l'exploitation, peu de postes seront soumis à une plus forte radioactivité que le CSA) ;
 - L'intégration de la formation spécifique à Cigéo dans les taux horaires (impact négligeable toutefois), les coûts relatifs aux Equipements de Protection Individuels (EPI) et d'éventuels coûts d'organisation des prestataires de sous-traitance ;
 - la similitude des activités prévues sur Cigéo et les activités couvertes par le contrat utilisé.
- L'Andra a retenu dans son chiffrage de juillet 2014 une fourchette de -10/+10% sur tous les coûts de personnel. Cette fourchette définie par jugement d'expert couvrira en particulier ces incertitudes liées à ces

² Taux réels contrat 2011 ramenés aux conditions économiques de juin 2012 avec les indices proposés dans les contrats.

³ D'après les deux contrats, les taux horaires intègrent « l'ensemble des charges de personnel (salaires, congés, primes...), les assurances, les frais généraux et la marge des entreprises sous-traitantes. Ils comprennent également les frais de déplacement et de subsistance éventuellement nécessaires à l'exécution des prestations prévues aux contrats ». De plus, l'Andra retient comme hypothèse que ces taux horaires incluent l'ensemble des dépenses nécessaires à la mise à disposition des personnels, y compris la formation non spécifique à Cigéo et la gestion de l'absentéisme.

taux structurants pour les coûts d'exploitation.

- L'évolution des pratiques sur la composition et le périmètre couvert par les taux horaires des sous-traitants sur une si longue période n'est pas à exclure. Son impact est toutefois difficilement quantifiable.

3.1.2. Personnel sous-traitant : Formation Locale de Sécurité

Dans le chiffrage des coûts d'exploitation de juillet 2014, les personnels assurant les fonctions de gardiennage, de protection physique et d'incendie sont valorisés avec des taux spécifiques.

L'Andra a souhaité tenir compte des spécificités du site et des conditions d'intervention en rehaussant le taux utilisé pour le gardiennage sur le CSA (couvrant les prestations principales et exceptionnelles, les activités de coordination pilotage/réunion, le matériel spécifique (chiens, véhicules hors incendie.....) ainsi que les taux de recouvrement dus au régime de travail). Par hypothèse, une moyenne est retenue entre ce taux et le taux moyen ETAM des prestations d'exploitation/maintenance en horaire normal.

Les coûts annuels sont calculés sur la base de 1570 h/ an et par ETP.

Constats et points d'attention

- Les travaux réalisés ont permis de confirmer que la valorisation des ETP FLS est conforme aux hypothèses retenues dans le chiffrage à juillet 2014.
- L'Andra a retenu dans son chiffrage de juillet 2014 une fourchette de -10/+10% sur tous les coûts de personnel. Cette fourchette couvrira en particulier ces incertitudes liées au taux retenu selon une hypothèse de calcul du taux FLS qui restera à confirmer par des bordereaux dans les phases ultérieures.

3.1.3. Personnel Andra

Dans son chiffrage du personnel statutaire, l'Andra distingue :

- Les salaires « chargés » (i.e. incluant les charges salariales),
- Une quote-part de la main d'œuvre des services centraux et des frais généraux de l'Andra (aussi appelés « frais fixes »).

Salaires chargés :

Les taux horaires du personnel statutaire (salaires et charges salariales) sont repris identiques aux taux horaires réels 2012 du CSA sur les activités: « Exploitation » et « Agrément de colis ». Ces postes budgétaires ont été considérés par l'Andra comme pertinents pour Cigéo. Une demi-douzaine de taux horaires différents selon les départements de l'Andra concernés et la qualification I/C et ETAM a été considérée pour le calcul de la moyenne pondérée.

Quote-part des services centraux :

Une quote-part des services centraux recouvrant la main d'œuvre des unités fonctionnelles (DG, SG, DRH, etc.) et les frais généraux de l'Andra (notamment : fonctionnement siège, formation du personnel, communication générale, informatique SAP, qualité et documentation) est appliquée à chaque activité de l'Andra (Ref. [9]). L'Andra a considéré que ces principes de répartition demeuraient applicables tout au long de l'exploitation.

L'Andra a extrait des imputations CSA (réel 2012) sur les centres budgétaires « Exploitation » et « Agrément de colis » la part des services centraux comme la différence entre les taux T1 et T6, par définition (Ref. [5]).

Parmi les frais généraux inclus dans les taux horaires, 40% des frais généraux sont estimés fixes (Source : Secrétariat Général sur les valeurs 2012-2013, par exemple les frais d'accueil/gardiennage siège, de relations presse, des audits qualité... Il est pris comme hypothèse un doublement des effectifs des unités opérationnelles et donc que cette part sera réduite de moitié après 2029. Ainsi, la quote-part appliquée aux salaires chargés de Cigéo est prise à 80% de la quote-part appliquée sur le CSA (de 35,1-27,7 €/h à 28-22€/h).

La durée annuelle du travail en horaire normal (non posté) est prise à 1 570 h.

Constats et points d'attention

- Les travaux menés ont permis de confirmer la bonne application de ces hypothèses dans les calculs de la quote-part. Les travaux n'ont pas identifié d'erreur dans le traitement des extractions SAP.
- Avec les réductions des effectifs résultant de la phase d'optimisation 2014, l'hypothèse de doublement des effectifs opérationnels retenue par l'Andra n'est plus tout à fait vérifiée. Toutefois, l'Andra a souhaité conserver cette réduction de la quote-part des frais généraux, cette approche enveloppe permettant de prendre en compte le développement des activités de l'Agence et une réduction des frais de siège une fois Cigéo entré en exploitation (en appliquant les taux Andra réels 2012, le surcoût sur les coûts de personnel Cigéo serait de plus de 220 M€). Les montants concernés sont à affiner en phase APD.
- L'Andra a retenu dans son chiffrage de juillet 2014 une fourchette de -10/+10% sur tous les coûts de personnel. Cette fourchette couvrira en particulier ces incertitudes relatives à la quote-part des frais généraux que supporteront les effectifs statutaires Cigéo (dimensionnement du siège, hypothèse de « responsabilisation » des sites..., périmètre des activités sous-traitées).

3.2. Effectifs

Le schéma industriel est davantage détaillé que dans le précédent chiffrage. En particulier, l'approche d'établissement des effectifs distingue quand c'est applicable les prestations externalisées et le pilotage internalisé, conformément aux pratiques usuelles du secteur. De plus, le chiffrage distingue les activités opérationnelles et les activités fonctionnelles.

3.2.1. Activités opérationnelles

Le périmètre des effectifs opérationnels retenu par l'ANDRA couvre « les postes de travail dont la charge est liée directement au niveau de flux à traiter » (sur ces postes, le temps d'activité est estimé à partir d'un nombre de colis de chronique d'arrivée et de durée d'activité élémentaire, par opposition aux activités fonctionnelles). Les fonctions suivantes sont effectuées par le personnel opérationnel :

- Fonctions de production : Réception, transport, déchargement et conditionnement des colis, y compris le bureau gestion de maintenance, et le pilotage des activités ;
- Fonctions de Maintenance : maintenance préventive, prédictive et curative sur l'ensemble des installations du site ;
- Soutien à l'exploitation : Pilotage du magasin de pièces de rechanges, gestion des conteneurs de stockage, réalisation des rondes d'exploitation... ;
- Contrôles de second niveau.

De la même façon que pour le coût de base de décembre 2013, le personnel opérationnel est dimensionné par estimation analytique à partir de la chronique des colis PIGD vD, découpée en périodes. Pour mémoire, les périodes retenues sont les suivantes :

Périodes	2029 -2033	2034 - 2051	2052 - 2074	2075 - 2089	2090 - 2099	2100 - 2144
Type de colis	MAVL+HAo	MAVL +HAo (jusqu'en2039)	MAVL	MAVL	MAVL +HA1/2 (à partir de 2079)	HA seuls
Nombre d'années	5	18	23	15	10	45

Le processus de mise au stockage des colis est ainsi découpé en phases opérationnelles et en tâches élémentaires. Les phases sont :

- Réception et Déchargement des colis,
- Déchargement des colis primaires,
- Alimentation des conteneurs de stockage,
- Contrôle CP et transfert en conteneur de stockage,
- Elaboration et contrôle des colis de stockage,

- Transfert en alvéoles de stockage,
- Contrôles de second niveau.

Chacune de ces phases est composée de tâches à effectuer pour lesquelles un temps moyen de réalisation a été défini ainsi qu'un nombre d'opérateurs nécessaires. Ces temps moyens (occupation de cellules et temps opérateurs) initialement proposés par Gaiya ont été revus à la baisse par l'Andra par rapport au coût de base de décembre 2013 pour tenir compte des optimisations et des automatisations retenues dans la nouvelle configuration technique de référence (quelques minutes par tâche, voire la réduction du nombre d'opérateurs pour une tâche donnée). La charge en heures par phase est calculée à partir d'une moyenne du nombre de colis par période donné par le PIGD vD (exception faite de la première période où la valeur retenue correspond au pic de colis de la dernière année) et de la somme des temps nécessaires à la réalisation des différentes phases opérationnelles. Le passage des temps opérateurs nécessaires aux charges horaires utilise les même taux de d'occupation réel⁴ et de recouvrement⁵ que l'esquisse (Ref [2]).

En ce qui concerne les effectifs de maintenance, ils ne sont plus estimés par un ratio des effectifs de production mais par une estimation analytique par nature de poste (électrotechnique, contrôle-commande, mécanique, automatisme).

De plus, ces effectifs opérationnels (d'exploitation et de maintenance) sont encadrés par :

- Un 1^{er} niveau de management (Chefs de quart et adjoints) supposé inclus dans l'assiette des exécutants ci-dessus. Ces fonctions sont donc sous-traitées.
- Un 2nd niveau de management (management opérationnel) dans la sous-traitance (responsable contrat, chef d'équipe, apport de REX technique...) qui repose quant à lui sur une estimation basée :
 - sur un ratio de 5% des effectifs « production » encadrés. Ce ratio a été choisi à dire d'expert.
 - sur un ratio des effectifs « maintenance » encadrés. Le REX utilisé pour les effectifs « production » est ajusté pour assurer la présence d'un responsable de second niveau pour chacune des grandes spécialités (Mécanique, Électrotechnique, Automatisme, Contrôle Commande-électronique) dans les équipes. Le ratio calculé après cet ajustement est de 10%.
- Un effectif composé exclusivement de personnel Andra dédié au Pilotage (surveillance de la prestation, planification, reporting à la direction...) estimé à partir d'un ratio de 15% des effectifs opérationnels d'exploitation (l'assiette inclut les deux niveaux de management décrits ci-dessus). Ce ratio provient d'un retour d'expérience du CSA.

Pour résumer, le schéma suivant présente le dimensionnement des effectifs d'exploitation et de maintenance :

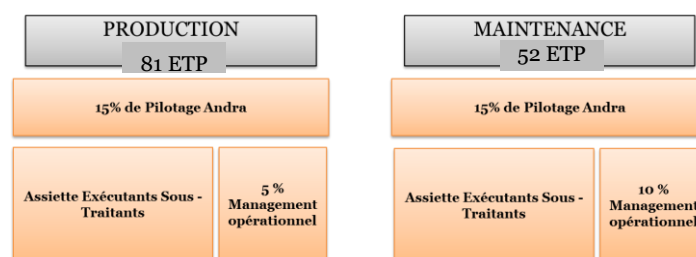


Fig 2 – Dimensionnement des effectifs de production et de maintenance

Les effectifs de production/maintenance sont donc de 133 ETP. En décembre 2013, les effectifs étaient de 176. Le gain lié aux optimisations est de 30%.

⁴ Les différents arrêts de production (attente, causes extérieures, défaillances...) pendant lesquels le personnel opérationnel reste mobilisé sont modélisés par le taux de rendement global (le TRG est conservé entre 0.8 et 1 comme dans en décembre 2013 à partir de jugement d'expert sur la base notamment du retour d'expérience d'ateliers de l'usine de La Hague.

⁵ Le taux de recouvrement modélise le surcroît d'effectif nécessaire pour assurer la charge de travail. Au stade actuel, la durée moyenne non productive par poste de 8h est estimée à 2h. Cette durée est cohérente avec les hypothèses de polyvalence des agents et de dimensionnement des effectifs strictement à la charge qui nécessitent une flexibilité dans l'organisation du travail. Le taux de recouvrement est donc de $8 / (8 - 2) = 1,33$

Constats

- Les travaux menés (sur un échantillon de 2 périodes) ont permis de confirmer que le remontage analytique des heures de production a été effectué conformément aux hypothèses énoncées (temps opérationnels, taux de rendements, ratios de management de 2nd niveau et ratio de pilotage).
- Les travaux ont aussi permis de confirmer l'application des taux de pilotage interne pour les activités de production / maintenance du CSA pris en référence pour l'estimation Cigéo.
- Le ratio personnel de Maintenance/ personnel de Production équivaut à 53% (hors bureau gestion de maintenance) ou 64% (bureau gestion de maintenance compris dans les effectifs de maintenance). Les ordres de grandeur demeurent comparables au REX de 40% proposé dans le coût de base. On note qu'au CSA ce ratio est de 100%.

Points d'attention

- A ce stade, le chiffrage présente un niveau de détails inférieur au coût de base 2013 (moyenne de colis par période, simplification de la nature des effectifs (grade, régime...) par sous-tâche...) mais reste conforme à des attentes de phase Esquisse et à la nature des sources disponibles.
- Les choix des 5% ou 10% de management de second niveau à dire d'expert pourraient être plus étayés ou consolidés avec un REX Producteurs ou une confirmation analytique en phase APD.
- Enfin, ni l'estimation de la charge opérationnelle au plus près du flux, ni les taux de sous-traitance utilisés ne prennent en compte a priori les besoins spécifiques liés aux renouvellements de ces ressources externes sur le long terme (montées en compétence des opérateurs, besoin d'encadrement à chaque renouvellement...).
- Pour rendre compte de la montée en charge progressive (linéaire) des effectifs opérationnels, l'Andra a choisi de dimensionner la première période sur le nombre de colis de la dernière année de cette période. Cette hypothèse sera à préciser en phase APD, tout comme les temps de formation spécifique à Cigéo alloués aux agents Andra occupant des postes opérationnels.

3.2.2. Activités fonctionnelles

Le personnel réalisant les activités fonctionnelles regroupe les fonctions suivantes :

- Fonctions support (direction, administration, communication, RH, achats) y compris les fonctions en interface avec les producteurs (programmation relations client, administration des ventes)
- QSSSER (NB : une partie des équipes de radioprotection est dimensionnée à partir des chroniques à l'instar des autres activités opérationnelles).

Les effectifs, tels que dimensionnés à juillet 2014, reflètent une volonté de l'Andra de rendre le site autonome avec peu de fonctions centralisées au siège⁶.

L'Andra a établi, lors d'un atelier avec un responsable du CSA, un responsable des Ressources Humaines et un responsable du Contrôle de Gestion – auquel a assisté PwC, une estimation des postes fonctionnels. Le dimensionnement a été réalisé poste par poste de manière semi-analytique suivant une analyse précise des activités à réaliser par les équipes du futur centre Cigéo mais aussi en cohérence avec les activités réalisées au siège (ex : détail communication, RH paie) (cf Ref C1).

Pour le dimensionnement de la FLS et de la Radioprotection, l'Andra a détaillé son chiffre (dimensionnement, taux de recouvrement, ...) dans la fiche GT Coût Sécurité/ Radioprotection/ Surveillance de l'Environnement version du 20/03/2014.

Le tableau ci-dessous présente la comparaison sur les effectifs fonctionnels entre Cigéo et le CSA, à date.

⁶ Cette hypothèse tend donc à réduire le coût des fonctions du siège et donc la quote-part de frais généraux dans les taux Cigéo par rapport à la quote-part actuelle, conformément à l'hypothèse rappelée plus haut.

		ETP Cigéo	ETP CSA 2014 ⁷	Commentaires
Direction	MANAGEMENT	5	2	
Fonctions Support	ADMINISTRATION	18	8	CSA : comptabilité générale et fournisseur, facility management, système d'information et secrétariat (8). Hypothèses retenues pour Cigéo : Comptabilité : 5/6 pers., Contrôle de gestion : 2/3 pers., Systèmes d'information : 5/6 pers. Facility management : 3/4 pers., Encadrement : 1
	ACHATS	10	3,5	
	RESSOURCES HUMAINES	5	1	Recrutement et formation (1) : Une seule personne au CSA en relais de la DRH corporate. Hypothèses retenues pour Cigéo : Recrutement (2), Formation (1) appui GPEC territorial (1), interface avec entreprises (1).
	COMMUNICATION	7	5	Les ETP au siège sont réservés aux fonctions corporate et communication au niveau national; aucune activité de communication nationale réalisée au CSA
Fonctions QSSSER	QUALITE-SÛRETE-SECURITE-SANTE	28	14	CSA : <i>Sûreté (7,5) :</i> effectifs Andra + prestataire. Environ 8,5 ETP DMR siège pour le CSA non intégrés (REX 2013) en hausse en 2014 pour révision du RDS <i>Sécurité</i> intègre le pilotage FLS (1), la sécurité au travail (1), Chef de service (1), Secrétaire (1/2). <i>Qualité (2,5). Santé (0,5)</i> Hypothèses retenues pour Cigéo : <i>Qualité (5), Sécurité (2), Réversibilité (1), Sûreté (20)</i>
	FLS	94	35	Prestation externalisée et globalisée
	RADIOPROTECTION-ENVIRONNEMENT	23	20	CSA : Les effectifs 'surveillance environnement' ont été rebasculés sur la sûreté et la radioprotection, conformément à l'organisation de Cigéo.
Fonctions interface avec les producteurs	PROGRAMMATION-RELATION CLIENT	7	10	Le REX CSA intègre les effectifs relevant des activités liées aux colis FMA chez DI SC + les effectifs de PMF affectés à ces activités planning et les relations clients en assistance à DI-SC
	SURVEILLANCE CONTRÔLE AGREMENT	7	7,5	
	ADMINISTRATION DES VENTES	4	3,5	
Total effectifs fonctionnels		208	110	
Effectif total		341	160⁸	
Ratio Personnel Fonctionnel / Effectifs total		61%	69%	

Constats

- Les effectifs fonctionnels Cigéo équivalent à un peu moins du double du personnel CSA sur un site deux fois plus important et le ratio effectif fonctionnel / effectif total reste similaire.
- La répartition entre les fonctions siège/ fonctions sur site a été précisé par l'Andra. Les vérifications effectuées n'ont pas mis en évidence de redondance en particulier sur les fonctions RH, Communication et Comptabilité.
- Enfin, les travaux menés ont aussi permis de s'assurer que ces fonctions support prévues au siège ou sur site sont distinctes des activités incluses dans les coûts de MOA (au travers les extraits du PMT utilisés, principalement des postes DIP).

Points d'attention

- Le dimensionnement du personnel fonctionnel de Cigéo devra être validé en phase APD ; en particulier, l'hypothèse d'un centre autonome devra être consolidée au fur et à mesure des études, en cohérence avec l'évolution estimée des effectifs du siège. Cette hypothèse devra aussi être maintenue en cohérence avec la structure des taux Andra (hypothèse relative à la quote-part des frais généraux sur les agents Andra).
- Pour les effectifs fonctionnels, il n'a pas été envisagé de montée en puissance des postes avant 2029. Le dimensionnement de cette phase devra faire l'objet d'une étude en phase APD tout en prenant en compte l'évolution du siège à l'approche de la mise en exploitation de Cigéo.

⁷ Données relevées par l'Andra à partir de l'organigramme CSA 2014 et de la réunion Andra PwC du 20/06/2014.

⁸ Valeur fournie par DP à juillet 2014.

- La répartition des ingénieurs/cadres par rapport aux ETAM est la suivante :

	Cigéo juillet 2014	CSA ⁹	AREVA ¹⁰
Ratio effectifs Ingénieurs/ Cadres	26%	51%	18%
Ratio effectifs Employés, techniciens, Agents de Maîtrise	74%	49%	82%

- La répartition des effectifs internes par rapport aux sous-traitants est la suivante :

	En ETP	En %
Ratio Personnel en Sous-Traitance Cigéo	118	65%
Ratio Personnel Statutaire Andra Cigéo	223	35%

Une comparaison entre les effectifs du coût de base de décembre 2013 et la version de juillet 2014 est proposée dans le tableau ci-après. Cette comparaison fait apparaître une réduction globale des effectifs de 67 ETP en moyenne sur toute la période qui provient pour 61% d'une diminution des effectifs de production, pour 26% d'une réduction des effectifs d'interface avec les producteurs et enfin d'un gain de 12% pour les fonctions QSSSER :

		juillet-14	déc-13	Commentaires
Direction	<i>ETP moyen</i>	3	12	Suppression des directeurs fonctionnels
	<i>coût (M€)</i>	34	165	
Fonctions support (RH, Achats, communication,...)	<i>ETP moyen</i>	40	30	
	<i>coût (M€)</i>	564	407	
Fonctions QSSSER	<i>ETP moyen</i>	147	155	Impact application du taux FLS
	<i>coût (M€)</i>	1 394	1 852	
Fonctions d'interface	<i>ETP moyen</i>	19	37	
	<i>coût (M€)</i>	267	467	
Production	<i>ETP moyen</i>	81	122	Impact PIGD vD et davantage d'automatisation ce qui entraîne un lissage des régimes de travail en 2x8
	<i>coût (M€)</i>	802	1 232	
Maintenance	<i>ETP moyen</i>	52	54	
	<i>coût (M€)</i>	548	505	
Total	<i>ETP moyen</i>	341	409	
	<i>coût (M€)</i>	3 608	4 628	

Constats

- La prise en compte des nouvelles hypothèses d'automatisation et de la nouvelle chronique PIGD vD translatée a eu comme impact une réduction de plus de 30% des effectifs exploitation / maintenance.
- De même la modification d'autres hypothèses, notamment celles liées à la FLS..., a eu comme impact la réduction de 35% de la part des effectifs statutaires.
- Compte tenu de ces points, le coût moyen annuel du personnel d'exploitation/maintenance varie de 28 à 38 M€ (phases MAVL) ou 24 M€ (phase HA seuls), soit 31 M€ en moyenne pondérée.
- La majoration usuelle du taux sur le régime 3x8 n'a pas été appliquée pour traduire l'hypothèse d'un lissage futur des chroniques pour revenir à un régime 2x8 voire HN.

⁹ Valeurs rappelées dans la fiche GT Coût d'ETP et Budgets de fonctionnement 20/05/2014

¹⁰ Cf. note de bas de page précédente.

Points d'attention

- Les bénéfices de l'automatisation dépendent de la chronique et de la définition des équipements utilisés. Il convient donc de considérer les bénéfices dans leur globalité en tenant compte des temps d'occupation maximale des cellules et du nombre incompressible d'opérateurs pilotant les automates.
- Ce dimensionnement fonctionnel exclut les postes d'ingénierie MOA et R&D chiffrés indépendamment dans la grille de chiffrage synthétique (cf. analyse rapport n°3). La cohérence globale sur ces postes devra être revue.
- Lors de la dernière phase dédiée aux colis HA, un nombre assez faible de colis est traité annuellement (environ 31 colis par an). Une piste d'opportunité dans la phase ultérieure pourrait être d'optimiser cette phase pour la raccourcir en augmentant le nombre de colis annuel : les régimes de travail voire les effectifs opérationnels pourraient n'être pas beaucoup impactés et ainsi engendrer un gain en coûts bruts significatif (cette optimisation pourrait être analysée dans le cadre de l'optimisation ODE-LT-06).

4. Budgets de fonctionnement

Une évaluation poste par poste a été réalisée par extrapolation des coûts constatés au CSA (par exemple, Services généraux et logistique), par extrapolation des coûts constatés au CMHM (par exemple, Communication), ou par estimation analytique directe (par exemple, Accueil).

Les ratios utilisés pour l'extrapolation des coûts CSA sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Ratio Cigéo/CSA	Phase 1 : MAVL majoritaire	Phase 2 : HA seuls
Personnel (dont ratio statutaires)	350 / 160 = 2,2	260 / 160 = 1,6
Surfaces bâties nettoyaables	3	2,9
Foncier externe	440 ha / 60 ha =7	440 ha / 60 ha =7

Le détail (source et montant retenu) pour chacun des postes du budget est présenté dans le tableau de synthèse page suivante.

Constats et points d'attention

- Les travaux menés confirment la traçabilité de la démarche suivie pour la transposition entre le CSA et Cigéo (en particulier à partir des extractions SAP).
- Les budgets de fonctionnement ont été augmentés de 15% par rapport aux budgets du coût de 2013 pour tenir compte de postes non valorisés auparavant comme les budgets dédiés aux prestations de maintenance experte (la totalité des postes de fonctionnement varie de 5,5 M€ à 7,5 M€/an en fonction des périodes).
- Un fort effet d'échelle est appliqué sur le ratio personnel pour les fonctions production (logistiques et moyens généraux). Il s'agit à ce stade d'un ratio à dire d'expert qui pourrait être associé à une incertitude.
- Enfin, selon notre compréhension aucun budget n'est prévu pour les déchets inertes et les déchets industriels.
- De manière générale, des incertitudes demeurent sur ces postes qu'il faudra préciser ou conforter par des consultations en phase APD par exemple. L'Andra a pris une fourchette de -20/+20% pour en tenir compte.

Intitulé des budgets de fonctionnement	Détails	Coûts CSA Moyenne 2010 - 2013	Sources et méthode d'élaboration du chiffrage Cigéo	Phase MAVL k€/an	Phase HA Seuls k€/an
FNCTIONS SUPPORT					
Administratif (Accueil)		N/A	Estimé à partir d'un taux horaire pour 3 hôteses présentes 10h par jour 225 jours par an.	150	150
Administration -Maintenance Informatique	NB : une partie du poste « Informatique » est intégrée dans la quote-part des services centraux (pour le logiciel SAP) et dans le budget de fonctionnement de la fonction Interface avec les producteurs dans le poste «TMA- Administration des ventes ».	237	Ratio Personnel Statutaire	450	350
Communication	Publications	N/A	Un budget a été estimé par la Direction de la communication en se basant sur les dépenses Cigéo en phase études (hors Débat public) avec l'hypothèse de 10 000 visiteurs/an.	1 000	1 000
	Accueil des visites				
	Photos, vidéos et multimédia				
	Publicité				
	Relations publiques				
FNCTIONS QSSSER					
Radioprotection	Consommables, petits matériels, réalisation des analyses	330	Estimé par jugement d'expert légèrement supérieur aux coûts actuels du CSA (pas d'externalisation des analyses environnement), avec une réduction de 50% en phase 2	500	250
Formation Locale de Sécurité (FLS)	Fonctions de protection physique, la protection incendie et le gardiennage : Véhicules hors incendie, équipements spécifiques etc	N/A	Inclus dans les taux horaires retenus pour la FLS.	-	-
Sûreté	Assistances et études (par exemple poste "Etudes liées au PUI + Etudes diverses Santé/Environnement"	60	Estimée par jugement d'expert à partir du coût du CSA (avec prise en compte de la complexité du site souterrain)	100	50
Santé -Sécurité	Hygiène, Santé et sécurité au travail - Fournitures : médicaments, compresses, flacons etc...	130	Estimé par jugement d'expert	250	150
	- la Médecine du travail externalisée confiée au GISMA		Estimation analytique à partir d'un coût unitaire moyen par Agent (REX CSA) et par an et du nombre d'agent Andra Statutaires moyen		
	- Une infirmière à temps plein (prises de sang, prélèvements, contrôles vue et audition etc)		Estimé par jugement d'expert conforté par REX CSA		
	- Budget pour les examens anthropométriques		Estimation analytique à partir d'un coût unitaire moyen par Agent (REX CSA) et par an et d'un pourcentage du nombre d'agent Andra Statutaires moyen		
	- Suivi radio-toxicologique		Estimation analytique sur la base d'un coût unitaire moyen par agent et par an issu d'un REX CSA pour le personnel en zone		
Qualité	Audits exceptionnels (Audits qualité et financiers courants inclus dans les coûts des unités fonctionnelles)	~10	Négligeable devant les incertitudes	-	-
Environnement (Fonctionnement du Laboratoire d'analyses et de l'écothèque)	Les coûts de gardiennage et de nettoyage ont été exclus (à l'aide d'un coefficient à dire d'expert) ainsi que les activités scientifiques	~200 k€ pour la part Laboratoire CSA uniquement	Somme des coûts actuels de fonctionnement du laboratoire (CSA) et de l'écothèque (CMHM)	800	800
Réversibilité		N/A	Inclus dans le poste Recherche et Développement	-	-

Intitulé des budgets de fonctionnement	Détails	Coûts CSA Moyenne 2010 - 2013	Sources et méthode d'élaboration du chiffrage Cigéo	Phase MAVL k€/an	Phase HA Seuls k€/an
FONCTIONS D'INTERFACE AVEC LES PRODUCTEURS					
Analyse Contrôles de Second Niveau	Analyses consécutives aux contrôles destructifs (MAVL) et besoins en expertise, assistance et audit externe (HA)	N/A	Estimation analytique à partir d'un coût unitaire moyen d'analyse donné par Andra/DMR/SQC et nombre moyen de colis analysés par an. Ordres de grandeur incluant des besoins ponctuels sur les activités de programmation (logiciels, assistance Bureau d'Etudes sur des analyses de flux,...) liés à la planification à moyen terme du traitement des colis	550	50
TMA - Administration des ventes	Tierce Maintenance Applicative sur le Système d'Information d'administration des ventes (ce type d'applications spécifiques n'est pas dans le périmètre des frais généraux inclus dans taux du personnel Andra)	N/A	Estimation du Service Informatique ANDRA sur la base des dépenses constatées	300	300
FONCTIONS DE PRODUCTION					
Services généraux et logistiques	Nettoyage des locaux	910	Ratio des surfaces Bâties nettoyables	2 700	2 100
	Entretien des espaces verts		Ratio Foncier Externe		
	Restauration (prestation repas uniquement)		Ratio personnel réduit pour prise en compte de l'effet d'échelle		
	Ordures ménagères		Ratio personnel réduit pour prise en compte de l'effet d'échelle		
	Téléphone et affranchissements		Ratio personnel réduit pour prise en compte de l'effet d'échelle		
	Location de véhicules		Ratio personnel réduit pour prise en compte de l'effet d'échelle		
	Blanchisserie		Ratio personnel réduit pour prise en compte de l'effet d'échelle		
Autres divers exploitation (consommables)	Ratio personnel réduit pour prise en compte de l'effet d'échelle				
MAINTENANCE EXPERTISE					
Maintenance Expertise	Maintenance de certains équipements (ex: Funiculaire) nécessitant une expertise spécifique qui ne pourrait être réalisée par les équipes de maintenance Cigéo. Ces montants s'entendent hors pièces de rechange.	N/A	Estimation analytique à partir de quelques devis de maintenance principaux	650	650
TOTAL en k€ brut par an				7 500	5 800

5. Synthèse à juillet 2014

Tranches		P1 à P3	P4	Toutes tranches	Enjeux	
Périodes		2029-2099	2100-2144	Total	ETP	M€
Durée (année)		71	45	116		
Direction	<i>ETP moyen</i>	3	3	3	1%	
	<i>coût (M€)</i>	21	13	34		1%
	<i>Budget de fonctionnement (M€)</i>	-	-	-		
Fonctions support	<i>ETP moyen</i>	42	37	40	12%	
	<i>coût (M€)</i>	362	202	564		17%
	<i>Budget de fonctionnement (M€)</i>	113	67	180		
Fonctions QSSSER	<i>ETP moyen</i>	152	138	147	43%	
	<i>coût (M€)</i>	888	506	1 394		36%
	<i>Budget de fonctionnement (M€)</i>	118	56	173		
Fonctions d'interface	<i>ETP moyen</i>	21	15	19	5%	
	<i>coût (M€)</i>	184	83	267		8%
	<i>Budget de fonctionnement (M€)</i>	60	16	77		
Production	<i>ETP moyen</i>	106	40	81	24%	
	<i>coût (M€)</i>	650	152	802		25%
	<i>Budget de fonctionnement (M€)</i>	192	95	286		
Maintenance	<i>ETP moyen</i>	66	29	52	15%	
	<i>coût (M€)</i>	434	115	548		14%
	<i>Budget de fonctionnement (M€)</i>	46	29	75		
Total	<i>ETP moyen</i>	391	262	341	100%	
	<i>coût (M€)</i>	2 538	1 071	3 608		100%
	<i>Budget de fonctionnement (M€)</i>	529	263	792		
Coût total d'exploitation et de maintenance hors pièces de rechange (en M€ bruts)				4 400	Soit en moyenne ≈ 38 M€ / an	
Coût total d'exploitation et de maintenance hors pièces de rechange (en M€ actualisés)				792		

Synthèse globale de l'exploitation

- Nos travaux n'ont pas décelé d'erreur dans les fichiers de chiffrage.
- La variation entre l'estimation établie en juillet 2014 par rapport à l'estimation de l'esquisse de décembre 2013 est de 18% hors pièces de rechange, soit 905 M€. Elle résulte de l'effet combiné :
 - d'une diminution du nombre d'ETP (-67 ETP en moyenne sur la période),
 - des changements d'hypothèse dans les taux retenus pour valoriser ces ETP (- 1019 M€),
 - d'une augmentation du coût total des budgets de fonctionnement attachés à l'exploitation (+ 114 M€) qui s'explique principalement par l'inclusion d'un budget maintenance (+75 M€) destiné à certains équipements spécifiques en cohérence avec l'évolution des hypothèses du schéma industriel.
- Une cohérence globale sur les postes de maintenance (ETP internes dédiés et contrats de maintenance externalisée spécifique) devra être assurée en APD.
- Aucun coût d'exploitation n'est proposé après 2144 alors qu'un certain nombre de fonctions resteront nécessaires pendant la phase de Fermeture/ Démantèlement.
- Pour prendre en compte les différentes sources d'incertitudes (en particulier liées au degré de sous-traitance et aux taux horaires), l'Andra a retenu deux fourchettes centrées à dire d'expert, l'une de -10/+10% pour les coûts de personnel et l'autre -20/+20% relative aux budgets de fonctionnement.

6. Applicabilité des apports des producteurs

6.1. Comparaison des définitions

Le tableau ci-dessous liste les différences de répartition entre l'Andra et les producteurs (§5.2 de Ref. [10]) :

	Andra	Producteurs
Personnel opérationnel	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctions de production : Réception, transport, déchargement et conditionnement des colis, • Fonctions de production support : gestion des déchets et de non-conformités et pilotage de l'exploitation fond hors transfert et mise en stockage • QSSER radioprotection-op. • Contrôles de second niveau • Maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> • la gestion, la réception et le déchargement des emballages de transport ainsi que la réception et la gestion des colis primaires, • le conditionnement des colis primaires MAVL et Co/CU3/HA en colis de stockage ainsi que le chargement des colis de stockage dans les hottes, • le chargement des hottes sur les véhicules de transfert, leur transfert au fond jusqu'aux postes de reprise des hottes, la mise en alvéole de stockage des colis MAVL et/ou Co/CU3/HA
Personnel fonctionnel	<ul style="list-style-type: none"> • Fonctions support (administration, communication, RH, services généraux et logistiques) • QSSER (sauf radioprotection-op.) • Fonctions d'interfaces avec les producteurs de déchets (sauf contrôles second niveau) 	<ul style="list-style-type: none"> • Direction de la Maintenance • QSSE • Direction administrative

Constat et point d'attention

- Les notions de « personnel opérationnel » et de « personnel fonctionnel » ne se recouvrent pas entièrement entre l'Andra et les Producteurs. Il faut donc veiller à détailler les postes considérés.

6.2. Comparaison des taux

Des éléments de retour d'expérience ont été fournis par les Producteurs (Ref. [3], [10]).

6.2.1. Salaires chargés

Une comparaison des salaires chargés est proposée dans la Fiche GT Coût n°4 (ref. [3]) avec des données issues du CEA/DEN et d'AREVA La Hague.

	Cadre	Non cadre	Moyen
Andra – Cigéo 2013	61,1 €/h	39,2 €/h	45,5 €/h
Andra - CSA	61,1 €/h	39,2 €/h	50,3 €/h
Andra – Cigéo 2013 + 18/82	61,1 €/h	39,2 €/h	43,1 €/h
Areva LH	non fourni		46,6 €/h
CEA/DEN – 18/82	60,8 €/h	41,0 €/h	44,6 €/h
EDF	non fourni		

Salaires chargés (Ref. [3])

Selon les dernières informations transmises par AREVA (Ref. [11]), la répartition utilisée est de 18% pour Ingénieurs et cadres et de 82% pour les ETAM. Le calcul du taux moyen de l'Andra avec ces proportions devient 43,2 €/h.

Constat

PwC n'a pas eu accès aux sources des Producteurs reproduites dans la fiche GT Coût n°4. Néanmoins, cette comparaison fait apparaître que les salaires chargés de l'Andra, à répartition Cadre/Non-cadre identique sont plus faibles que les retours d'expérience (une dizaine de % par rapport à la plus grande valeur).

6.2.2. Taux horaires complets

Constats sur les périmètres

- Le périmètre des coûts ETP décrit par AREVA dans la Fiche GT Coût n°4 et conduisant à un taux global annuel de 85 k€₂₀₀₈ ou 96 k€₂₀₁₂¹¹ comprend : les salaires et charges patronales, les primes et gratifications, les frais divers tels que formation, les analyses médicales, la blanchisserie et le nettoyage des locaux (d'autres dépenses comme le gardiennage, les espaces verts, les frais de communication, d'administration des ventes... ne sont pas explicitement mentionnées). Selon la présentation en GT coût (Ref.[11]), AREVA confirme que les périmètres couverts par les coûts de personnel sont comparables (à l'exception de quelques postes spécifiques à Cigéo : Ecothèque, surveillance des verses, activités liées à la réversibilité).
- La comptabilisation des charges externes soit sur des taux horaires soit comme des budgets de fonctionnement annuels diffère entre AREVA et l'Andra.

¹¹ A l'aide de l'indice INSEE ICHT IME (Indice mensuel du coût horaire du travail révisé, salaires et charges dans l'Industrie mécanique et électrique) nous avons actualisé ce coût annuel d'un ETP aux conditions économiques de janvier 2012 ce qui donne alors 85×109,4/97,1= 96 k€/an

Points d'attention et questions encore ouvertes

- AREVA ne précise pas si un nombre d'opérateurs postés 3*8 ou 5*8 est utilisé dans le calcul de du taux annuel par ETP.
- La présentation AREVA faite en GT Coûts (Ref. [11]) invite à comparer avec un coût global Andra de 114 k€, C.E. 2012. Les hypothèses retenues par AREVA pour estimer le coût total ETP Cigéo (114k€) ne sont pas tracées. Selon les chiffres fournis dans les grilles ANDRA :
 - Les coûts d'ETP (salaires + quote-part de frais généraux) moyennés sur tous les effectifs et les 116 ans reviennent à 91 k€/ETP/an.
 - En intégrant à ce coût la répartition des budgets de fonctionnement, la totalité des coûts d'exploitation (salaires, quote-part de frais généraux + budgets de fonctionnement) revient à 111 k€/ETP/an.
- PwC n'a pas eu accès aux sources utilisées par AREVA pour consolider son coût total ETP. Néanmoins, et en supposant que les périmètres sont exactement comparables, les points d'attention suivants doivent être soulignés :
 - Comme les salaires chargés semblent très proches (voir plus haut), la différence des coûts ETP s'explique par la quote-part des budgets de fonctionnement. Or cette quote-part est très dépendante du nombre d'intervenants sur l'exploitation. En effet, diviser par 400 personnes ou par 3000 ces budgets conduira à augmenter significativement la partie fixe de la quote-part sur chaque ETP. Par ailleurs, des effets d'échelle sont à attendre : pour un même poste (restauration, ordures, blanchisserie, espaces verts...), le coût imputé par ETP sera globalement inférieur pour un centre accueillant plusieurs milliers de personnes que pour un centre de quelques centaines de personnes.
 - Le nombre d'heures pris pour le calcul annuel n'est pas identique (1570h pour Cigéo, 8h x 211jours = 1688 h/an pour AREVA). L'impact de cet écart dépend des modes de calcul : soit le calcul part d'un coût horaire, auquel cas le coût d'ETP par an pour AREVA devrait être multiplié par 1570/1688 pour être comparé à celui de Cigéo. Soit, les coûts d'ETP proviennent d'une division de coûts annuels ; dans ce cas, il faudrait diviser les coûts AREVA par 1570h et non pas par 1688 pour assurer une comparaison à périmètre identique.
 - La répartition du personnel en sous-traitance vis-à-vis du personnel statutaire n'est pas clairement indiquée dans les éléments de comparaison fournis par les producteurs. L'influence est double : globalement les taux horaires sont plus faibles pour les prestataires externes et par ailleurs la prise en compte ou non des sous-traitants dans l'assiette peut influencer sur la répartition de la quote-part de frais fixes.

7. *Synthèse des conclusions*

- La démarche utilisée par l'Andra pour établir les coûts horaires est tracée et s'inspire des pratiques des centres existants.
- Aucune erreur n'a été relevée dans les calculs des coûts d'exploitation.
- Les hypothèses retenues sont bien explicitées même si certaines sources, REX ou jugements d'expert utilisés pourraient être davantage tracés.
- En termes de comparaison avec les installations des producteurs (de natures différentes), seule une comparaison des salaires chargés peut être pertinente dans cette phase du chiffrage. Cette comparaison montre que les salaires retenus pour Cigéo sont dans le bas de la fourchette des valeurs issues des REX Producteurs.
- Les autres coûts (charges externes ou budgets de fonctionnement) doivent être analysés séparément en prenant en compte les principes de comptabilité de l'Andra et les hypothèses techniques applicables au dimensionnement de Cigéo. Les éléments revus montrent une bonne traçabilité des étapes suivies pour l'estimation de ces charges à partir des coûts du CSA (principalement).
- Pour prendre en compte les différentes sources d'incertitudes, l'Andra a retenu deux fourchettes à dire d'expert, l'une de -10/+10% pour les coûts de personnel et l'autre -20/+20% relatives aux budgets de fonctionnement. La différence d'amplitude des incertitudes entre les coûts de personnel et les budgets de fonctionnement reflète la différence de précision dans les méthodologies utilisées. Mais à ce stade, nous n'avons pas eu connaissance d'éléments qui permettraient de définir des fourchettes non centrées.
- Des hypothèses structurantes retenues à ce stade seront à confirmer en phase APD ; outre les évolutions de configuration technique du process et de la chronique des déchets, il s'agit en particulier des hypothèses relatives au schéma industriel (périmètre des activités sous-traitées notamment) et aux taux horaires applicables. De même, l'amplitude des fourchettes choisies à ce jour à dire d'expert par l'Andra sera à revoir et à étayer en phase APD.

A1 Liste des documents analysés

Réf.	Nom du fichier	Description
1	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE- 0000-14-0068/A	Cigéo – Chiffrage 2014 – Estimation du coût de base de l'exploitation Note de synthèse, 08/07/14
2	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-0000-13-0123	Cigéo – Chiffrage 2013 – Estimation du coût de base de l'exploitation Note de synthèse, 20/12/13
3	Fiche4_ETP et Budgets de fonctionnements 20 mai 2014.doc	Fiche thématique 4 DGEC : estimation des coûts de personnel et des budgets de fonctionnement
4	DIP-EEE-12-00xx.xls DIP-EEE-12-027AN.xls DIP-EEE-027.pdf	Fichier d'analyse Andra d'extraction des données CSA et d'établissement des taux opérationnels et fonctionnels Cigéo (salaires chargés et quote-part services centraux)
5	2014-03-05 – Coût taux horairesv4AN	Présentation Alexis Ngo (Andra/SG) sur la construction des taux horaires Andra
6	STMI : EXP.BP.ASRC.11.0290	Bordereau de prix de l'opérateur industriel du CSA
7	ENDEL : MAI.BP.ASRC.11.0274.C	Bordereau de prix du maintenancier du CSA
8	CG-TE-F-NTE-AMOA-EEE-0000-14-0059/C	Chiffrage Cigéo 2014 – Hypothèses Calendaires et Economiques
9	Z-CH-ASG-08-0001 – Annexe 2	Document Andra/SG : Description du poste fonctionnement général de l'Andra (frais généraux)
10	AREVA : 011908 / LTA / 11.0042	STI 2009 – Installations de surface de la zone descendrière et équipements fond – Estimation des frais d'exploitation, des coûts périodiques et de déconstruction (avril 2011)
11	AREVA – GT Coût Cigéo 22/08/13	Présentation sur le coût d'un etp et proposition de comparaison avec le coût d'etp Cigéo

Ref	Autres références de notes PwC	Description
P1	Rapport d'étape n°1 PwC_Audit du processus et des outils de chiffrage 2012	Rapport d'étape n°1 PwC (à Jesq03)
P2	Rapport d'étape n°2 PwC_Audit du processus et des outils de chiffrage 2013	Rapport d'étape n°2 PwC (coût de base 2013)



**AGENCE NATIONALE POUR LA GESTION
DES DÉCHETS RADIOACTIFS**

1-7, rue Jean-Monnet
92298 Châtenay-Malabry cedex

www.andra.fr