



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Version 2019

Dossier synthétique de mémoire

Centre de stockage de la Manche



 Ultra-synthèse

 Dossier d'informations clés

 Fiches repères



SOMMAIRE

Introduction	04
Ultra-synthèse	07
Dossier d'informations clés	11
Fiches repères	47
L'histoire du site	48
L'inventaire des déchets radioactifs	54
Les risques liés à la présence du stockage	129

INTRODUCTION

LE DOSSIER SYNTHÉTIQUE DE MÉMOIRE DU CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE (Installation nucléaire de base n°66)

L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) est un établissement public chargé de trouver et mettre en œuvre des solutions sûres pour protéger les générations présentes et futures des risques que représentent les déchets radioactifs.

L'Andra a pour mission d'élaborer et de réaliser des solutions de stockage pour :

- les déchets de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL) : c'est l'objet du projet Cigéo ;
- les déchets de faible activité à vie longue (FA-VL).

En outre, elle exploite actuellement deux centres de stockage dans l'Aube, l'un pour les déchets de très faible activité (TFA) et l'autre pour les déchets de faible et moyenne activité, principalement à vie courte (FMA-VC).

Enfin, elle assure, dans la Manche, la surveillance du premier centre français de stockage de déchets faiblement et moyennement radioactifs, le Centre de stockage de la Manche (CSM), dont l'exploitation s'est achevée en 1994 et qui est aujourd'hui en phase de démantèlement-fermeture.

Certains des déchets radioactifs qui sont ou seront stockés dans les différents centres de l'Andra peuvent rester dangereux sur des échelles de temps longues (plusieurs siècles), voire très longues (plusieurs milliers ou centaines de milliers d'années).

La question de la préservation de la mémoire des centres de stockage est donc un enjeu crucial pour l'Andra, et fait l'objet du *programme Mémoire des stockages de déchets radioactifs pour les générations futures*, dont l'objectif est triple :

- maintenir l'intégrité et la protection des sites en évitant le risque d'intrusion involontaire ;
- faciliter et éclairer les décisions des générations suivantes ;
- transmettre un héritage scientifique et culturel.

Les exigences réglementaires relatives à la mémoire de l'Andra ont été introduites par le décret 2016-846 du 28 juin 2016, au chapitre II consacré aux installations de stockage de déchets radioactifs, et codifiées ensuite en l'article R. 593-75 du code de l'environnement.

Elles impliquent notamment l'élaboration, pour chacun des centres de stockage de l'Andra, d'un « Dossier synthétique de mémoire » (DSM), qui doit comporter la description des installations telles que construites et l'inventaire des déchets stockés (localisation, propriétés physico-chimiques et radiologiques). Ce dossier, destiné au grand public, est appelé à être diffusé largement autour du site, mais aussi au niveau international.

Le DSM du CSM fait l'objet du présent document.

Son objectif est d'informer les générations futures de l'existence du CSM. Il fournit à un public le plus large possible les informations nécessaires pour que le centre de stockage soit inscrit dans la mémoire collective et ne fasse pas l'objet d'interventions intempestives, notamment au-delà des 300 ans de phase de surveillance. En effet, certains des colis stockés au CSM contiennent des émetteurs alpha à vie longue, qui restent radioactifs au-delà de 300 ans.

Sa conception s'est faite en deux temps :

- en 2008, l'Andra a établi un premier dossier dit « Mémoire de synthèse pour les générations futures » ;
- en 2019, une seconde version de ce dossier a été proposée par l'Andra dans le cadre de l'exercice de réévaluation décennale de la sûreté du CSM. Elle est conforme aux critères du DSM fixés par la réglementation de 2016 et tient compte des remarques formulées par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et le public. C'est cette version qui est présentée ici.

Le DSM est composé de trois supports autoporteurs, dont le niveau d'information est graduel, permettant ainsi un parcours initiatique de la mémoire :



l'ultra-synthèse : les informations essentielles en 1 page recto-verso.

Ce document a été établi avec l'aide du groupe Mémoire de la Manche, un groupe de riverains du CSM volontaires pour réfléchir à la question de la préservation de la mémoire du CSM, ainsi que du Centre de Recherches Sémiotiques (CeReS) de l'université de Limoges ;



le dossier d'informations clés : un dossier grand public d'une quarantaine de pages.

Il est similaire au concept international de *Key Information File* (KIF) développé par l'initiative « *Preservation of Records, Knowledge and Memory Across Generations* » (RK&M), conduite par l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE de 2011 à 2018 ;



trois fiches repères : des informations plus précises sur des points techniques particuliers.

- l'histoire du site ;
- l'inventaire des déchets (tel que demandé par la réglementation) ;
- les risques liés à la présence du stockage.

Le contenu de chacun de ces trois documents peut être amené à évoluer, si le besoin de les amender ou de les compléter se fait sentir, par exemple à l'occasion de chaque réexamen de sûreté décennal.

L'Andra se réserve ainsi la possibilité de les conforter sur les points suivants :

- sur le plan technique, pour s'assurer de la prise en compte des évolutions du centre et des données actualisées de surveillance ;
- sur le plan de la pérennité de la lisibilité, pour intégrer les retours de lecteurs d'horizons les plus divers, dont des linguistes, en traquant notamment les évolutions de vocabulaire qui pourraient dénaturer le sens ;
- sur le plan international, pour fléchier d'autres sites de stockage de déchets radioactifs (effet réseau) et traduire le document en plusieurs langues.

Conformément à ce que prévoit la réglementation, le DSM fera l'objet de mises à jour pendant la phase de surveillance du CSM : comme tout le programme Mémoire de l'Andra, il est par essence un dispositif vivant.



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Version 2019

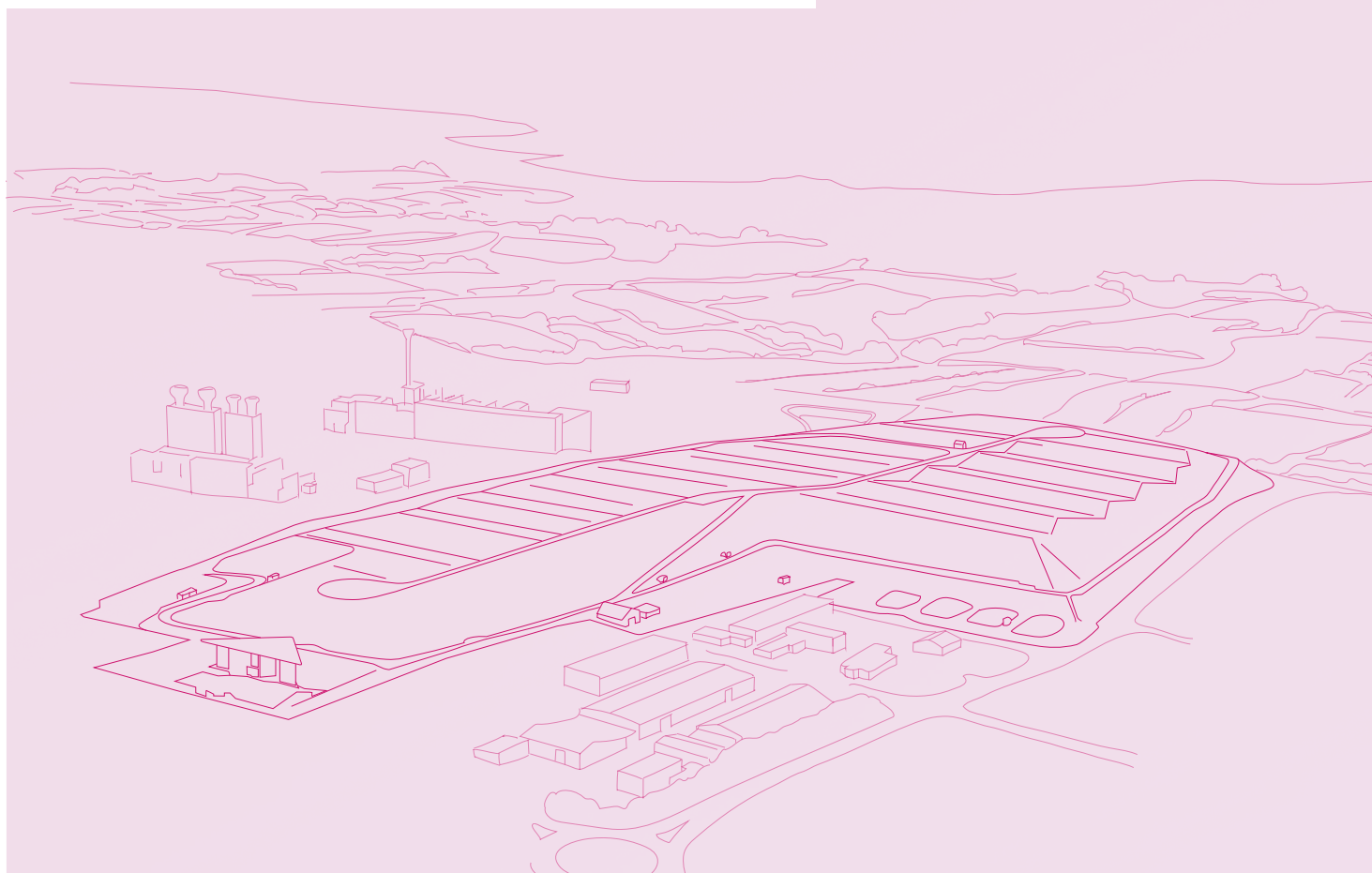
Dossier synthétique de mémoire
Centre de stockage de la Manche



Ultra-synthèse

Mémoire du Centre de stockage de la Manche

L'ultra-synthèse est un des trois documents
du dossier synthétique de mémoire
qui comporte également le dossier
d'informations clés et les fiches repères



LE CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE - 2019

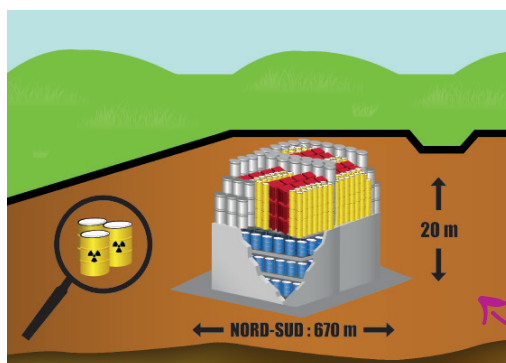
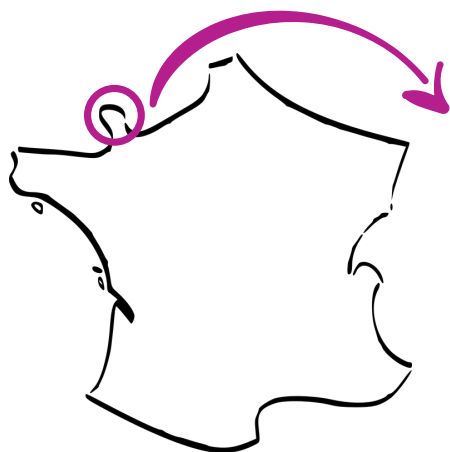
PRÉSENTATION

Le site présenté par cette fiche est appelé Centre de Stockage de déchets radioactifs de la Manche (CSM). C'est une Installation Nucléaire de Base (INB 66). Sur ce centre sont stockés des déchets radioactifs de faible et moyenne activité, associés à des composés chimiques toxiques. Le site a accueilli des déchets radioactifs de 1969 à 1994. Il est protégé par une couverture constituée de plusieurs couches de natures différentes (multicouche). La surveillance du centre, de son environnement et de ses accès (clôture et gardiennage) est et sera assurée par l'exploitant (actuellement Andra) pendant une période de 3 siècles.

L'objectif de cette fiche est de contribuer à la préservation de la mémoire du site pour les générations futures.

DESCRIPTION DU CENTRE DE STOCKAGE

Les déchets sont recouverts par une couverture multicouche de plusieurs mètres d'épaisseur (minimum 2 mètres).



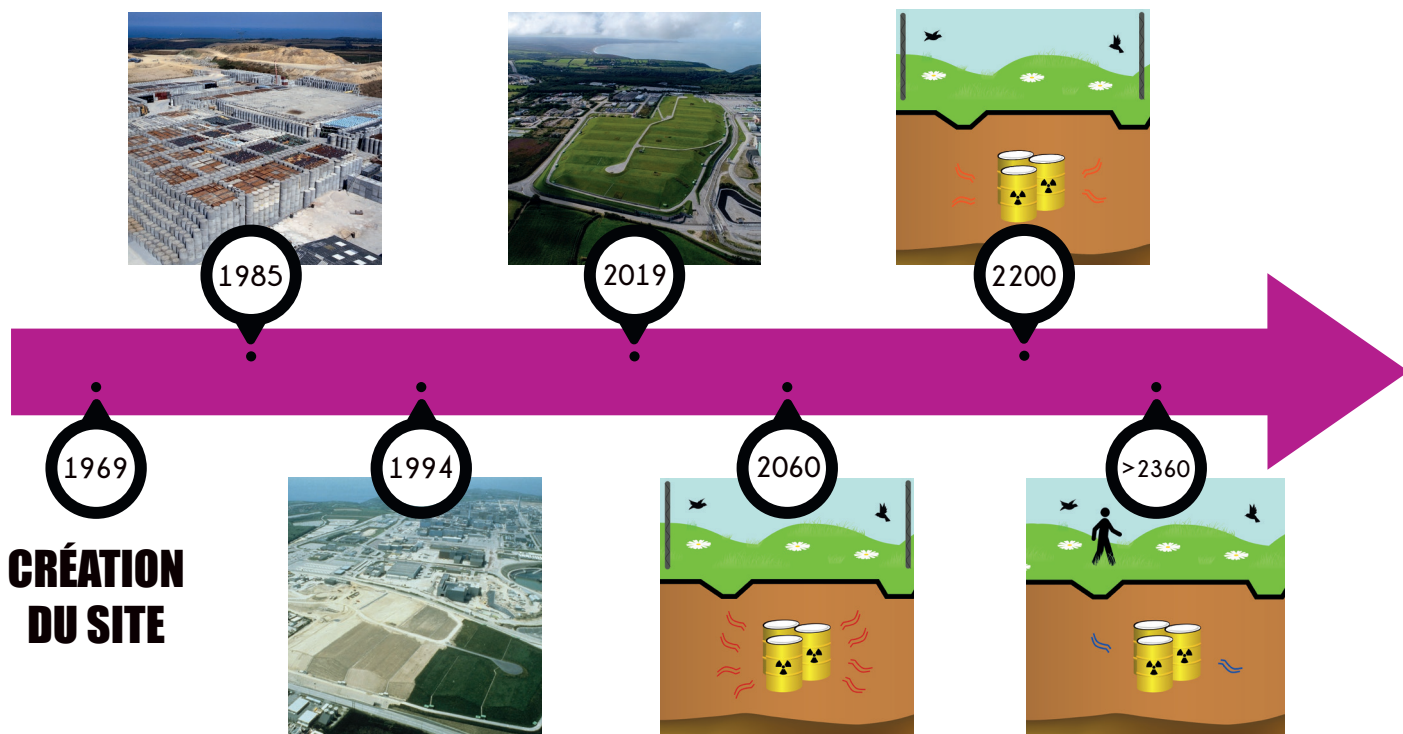
Coordonnées de latitude et longitude en degrés sexagésimaux méridien de GREENWICH - altimétrie

SURFACE : 150 000 m²
HAUTEUR : 5 à 20 m
LONGUEUR x LARGEUR x HAUTEUR MAXIMALES: 670 m x 320 m x 20 m
VOLUME DE DECHETS STOCKES : 527 225 m³

HISTORIQUE ET DEVENIR DU SITE

Après ces 300 ans, il subsistera une dangerosité résiduelle due essentiellement à la présence de composés chimiques toxiques et d'éléments radioactifs à vie longue nécessitant des précautions sur l'usage du site – Cf. « Modalités d'utilisations du site » ci-dessous.

À ce jour, il est prévu qu'après le départ de l'exploitant, au terme de ces 300 ans, le site évolue naturellement. L'accès ne sera plus contrôlé et les précautions d'usage pourront être réexaminées.



MODALITÉS D'UTILISATION DU SITE



**PAS DE
CREUSEMENT**



**PAS DE CONTACT AVEC
LES DÉCHETS STOCKÉS**



**RESSOURCES EN EAU
NON EXPLOITABLE**



**TERRAIN NON
CONSTRUCTIBLE**

EN SAVOIR PLUS

Ce document est extrait du **Dossier Synthétique de Mémoire (DSM)** du site.
Lieux de conservation de la documentation sur la Mémoire du site :

- Le **Dossier Synthétique de Mémoire (DSM)** sera diffusé largement (mairies, cadastre, offices notariaux, Archives Départementales, Archives Nationales...). Il comprend aussi un dossier d'informations clés (40 pages) et quelques fiches.
- Le **Dossier Détaillé de Mémoire (DDM)**, composé principalement de **documents techniques**, est archivé sur le site de l'Andra et aux Archives Nationales de France.



Version 2019

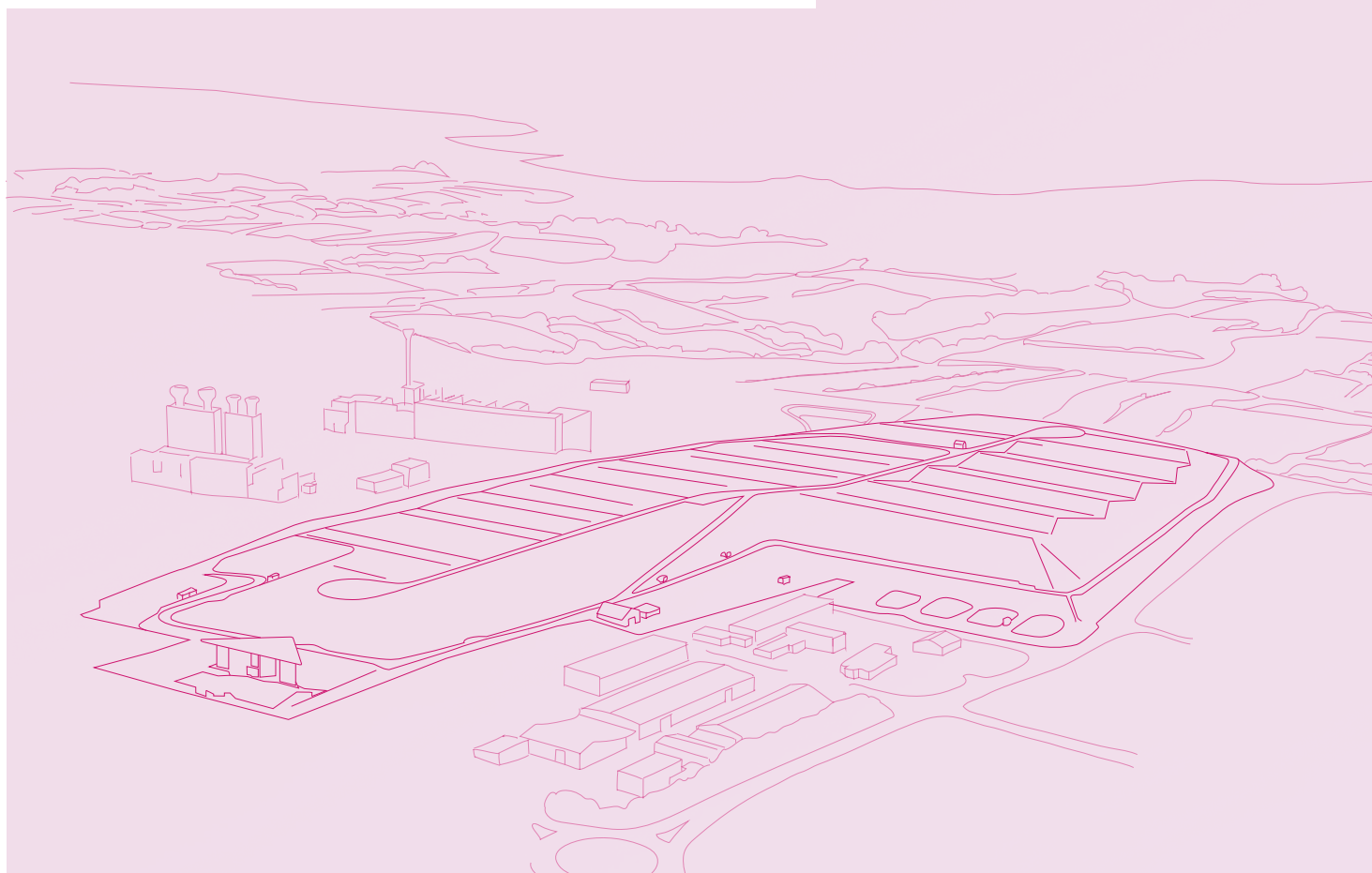
Dossier synthétique de mémoire
Centre de stockage de la Manche



Dossier d'informations clés

Mémoire du Centre de stockage de la Manche

Le dossier d'informations clés est un
des trois documents du dossier synthétique
de mémoire qui comporte également
l'ultra-synthèse et les fiches repères





Version préliminaire
Dossier d'Informations clés sur le
Centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche



- 0. Introduction
- 1. Eléments de contexte
- 2. Le Centre de stockage de la Manche
- 3. La conception du dispositif de stockage
- 4. Les déchets stockés
- 5. La surveillance et l'évolution du site
- 6. La mémoire de long terme du Centre de stockage de la Manche
- 7. Les installations de stockage de déchets radioactifs dans le monde

INTRODUCTION

Un rempart contre l'oubli

Le présent document a été émis en mars 2019 par l'Agence Nationale française de Gestion des Déchets Radioactifs (Andra). Il vise à informer les générations futures, et en particulier les personnes qui vivront à proximité, de l'existence d'un centre de stockage de déchets radioactifs situé sur le territoire de la commune de La Hague (Digulleville), à 20 km au nord-ouest de Cherbourg-en-Cotentin, dans le département de la Manche.

Le Centre de Stockage de la Manche (CSM) abrite pour l'essentiel des déchets radioactifs mais aussi des composés chimiques toxiques qui peuvent présenter un danger pour l'homme et l'environnement. Un dispositif d'isolement a donc été mis en place pour protéger les générations futures de ce danger. Pour que la protection garde son efficacité, ce dispositif ne doit pas être perturbé.

EN BREF

Que trouve-t-on dans ce document ?

- Le chapitre 1 rappelle ce qu'est la radioactivité, évoque les dangers liés aux déchets radioactifs et revient sur les grands principes de gestion qui ont précédé la création du centre de stockage de la Manche
- Le chapitre 2 indique la localisation du Centre de stockage de la Manche, recense les principales caractéristiques du site sur lequel il se trouve et résume les grands jalons de son histoire
- Le chapitre 3 revient sur la conception du Centre de stockage de la Manche
- Le chapitre 4 fournit des informations sur les déchets stockés et sur les risques qu'ils représentent.
- Le chapitre 5 décrit les mesures de surveillance et évalue l'impact d'une intrusion éventuelle
- Le chapitre 6 évoque la diffusion et la mise à jour du présent document et présente les documents offrant une information complémentaire.
- Le chapitre 7 liste des installations de stockage de déchets similaires dans le monde.

Un document à diffuser largement

Pour jouer pleinement son rôle, le présent document doit être accessible et compréhensible au plus grand nombre. Vous qui l'avez aujourd'hui entre les mains, faites-en sorte que les futures générations, et en particulier les riverains du futur, puissent y avoir accès à leur tour, comprendre ce qui y est écrit et le transmettre dans de bonnes conditions aux générations suivantes.

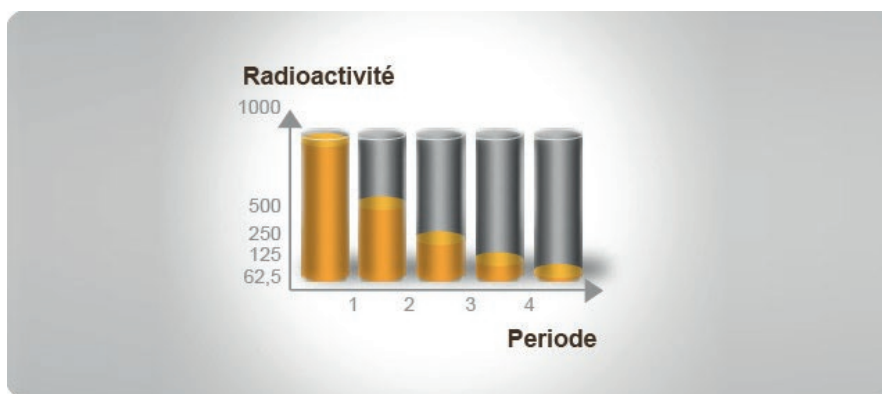
1. ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

Basée sur un phénomène physique naturel, la radioactivité est utilisée par l'homme pour diverses applications. Elle produit des déchets radioactifs nocifs pour la santé humaine et l'environnement, qui doivent être isolés selon des modes de gestion adaptés. Le Centre de stockage de la Manche accueille des déchets radioactifs de faible et moyenne activité¹, stockés dans des ouvrages qui en assurent le confinement.

QU'EST-CE QUE LA RADIOACTIVITÉ ?

La radioactivité est la propriété qu'ont certains atomes instables à se désintégrer en émettant des rayonnements et de l'énergie. Ce phénomène d'origine naturelle peut également être provoqué par l'homme dans des réacteurs nucléaires. Dans ce cas, on parle de radioactivité artificielle.

Ces atomes radioactifs sont appelés radionucléides. On appelle période*, ou demi-vie, le temps nécessaire pour qu'un radionucléide perde la moitié de sa radioactivité. Ce temps est variable d'un radionucléide à l'autre.



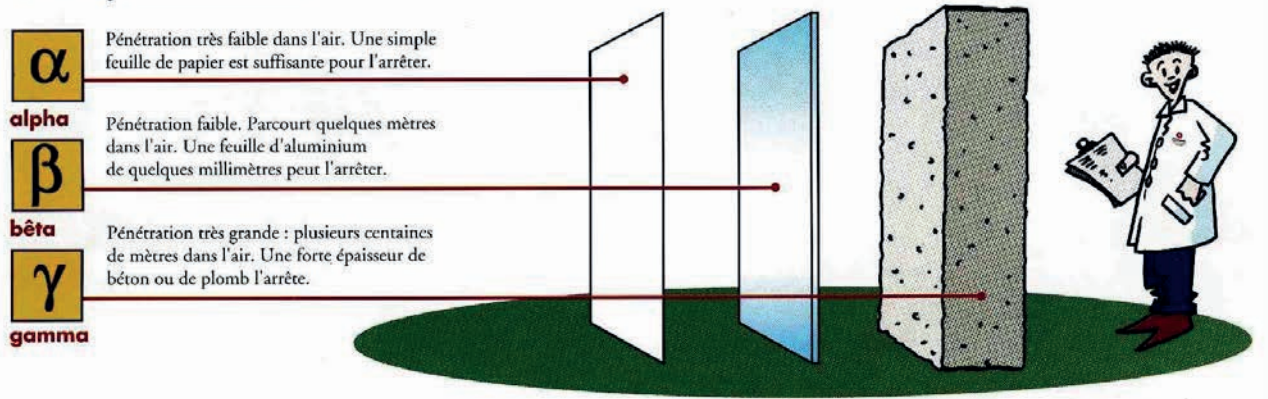
Les rayonnements émis par les radionucléides lors de leur désintégration sont de diverses natures.

Certains sont très pénétrants, d'autres peuvent être arrêtés par une simple feuille de papier. Cette irradiation peut altérer les corps biologiques. Il importe donc de s'en protéger, par des moyens adaptés à leur dangerosité.

La radioactivité d'un matériau se mesure en Becquerels*, déterminés par le nombre de désintégrations d'atomes par seconde. Elle dépend de la nature et de la concentration des radionucléides contenus dans le matériau.

¹ Les mots marqués d'un astérisque sont définis dans le glossaire en fin de document. L'astérisque est reproduit à chaque nouveau chapitre, la première fois que le mot y apparaît.

Le pouvoir de pénétration des rayonnements



POUR ALLER PLUS LOIN

Les différents types de rayonnement

Les radionucléides émettent des rayonnements invisibles de nature et d'intensité différentes, appelés alpha*, beta* et gamma*. Les rayons alpha sont plus massifs (noyaux d'hélium, constitués de deux protons et deux neutrons) et donc moins pénétrants que les rayons beta (électrons ou positons) et gamma (photons). Les radionucléides émetteurs d'alpha ont majoritairement une durée de vie plus longue que les radionucléides émetteurs beta ou gamma. Or, tous les déchets radioactifs du centre de stockage de la Manche contiennent un mélange de radionucléides ayant chacun son propre rayonnement. Au terme des 300 ans initialement prévus comme durée de surveillance, l'activité globale des déchets aura fortement diminué, mais l'activité alpha résiduelle présentera toujours un danger pour la santé humaine et l'environnement. Il est donc nécessaire de limiter l'usage du site, au-delà de cette échéance, et pendant très longtemps.

LES DÉCHETS RADIOACTIFS

• D'où proviennent les déchets radioactifs ?

La radioactivité artificielle est exploitée pour différentes applications :

- la production d'électricité (dans les centrales nucléaires)
- la médecine (utilisation de sources radioactives pour localiser des cellules malades dans le corps, traiter des cancers, stériliser les instruments médicaux et chirurgicaux...)
- la recherche (marquage d'une molécule avec un élément radioactif très faiblement dosé pour étudier plus facilement son comportement)
- l'industrie (radiographie de soudures métalliques pour repérer des fissures, conservation de denrées alimentaires par destruction des bactéries...)

L'utilisation de la radioactivité génère des déchets radioactifs. Ces déchets sont de natures très différentes, avec des niveaux de radioactivité, mesurée en Becquerels, plus ou moins élevés.

- **D'où proviennent les déchets radioactifs stockés au CSM* ?**

Le Centre de stockage de la Manche renferme des déchets de faible et moyenne activité. La plupart des radionucléides sont à vie courte (période inférieure à 31 ans). Ces déchets proviennent essentiellement des différentes installations de recherche du CEA*, des installations de production d'électricité d'EDF et du retraitement des combustibles nucléaires usés sur le site de La Hague, voisin du CSM (retraitement assuré par le CEA, puis Cogema, devenu depuis Areva* puis Orano*).

**LE
SAVIEZ-VOUS
?**

D'où proviennent les déchets radioactifs de faible et moyenne activité ?

On distingue :

- les déchets issus de la maintenance et de l'exploitation des centres de production d'électricité nucléaire et des laboratoires de recherche (vêtements, gants, chaussures, chiffons, outillages...)
- les déchets de démantèlement d'installations nucléaires
- certaines sources scellées* qui n'émettent plus assez de radioactivité pour l'usage auquel elles étaient destinées dans la médecine, l'industrie, l'enseignement ou l'agriculture

- **Qu'a-t-on fait de ce type de déchets radioactifs ?**

Avant la création du Centre de stockage de la Manche en 1969, l'immersion en mer était considérée comme la solution de gestion la plus appropriée pour les déchets radioactifs. Cette pratique a été réduite pour la France, à partir de 1969, aux seuls déchets issus des essais nucléaires dans le Pacifique. Elle a été abandonnée en 1983. En 1993, les parties signataires de la convention de Londres ont décidé de l'interdire, pour tout type de déchets radioactifs.

Entre 1969 et 1994, le Centre de stockage de la Manche a accueilli des déchets pour le stockage en surface.

A partir de 1992, le Centre de stockage de l'Aube a succédé au CSM pour la prise en charge des déchets radioactifs acceptables en surface.

**LE
SAVIEZ-VOUS
?**

Retour d'expérience

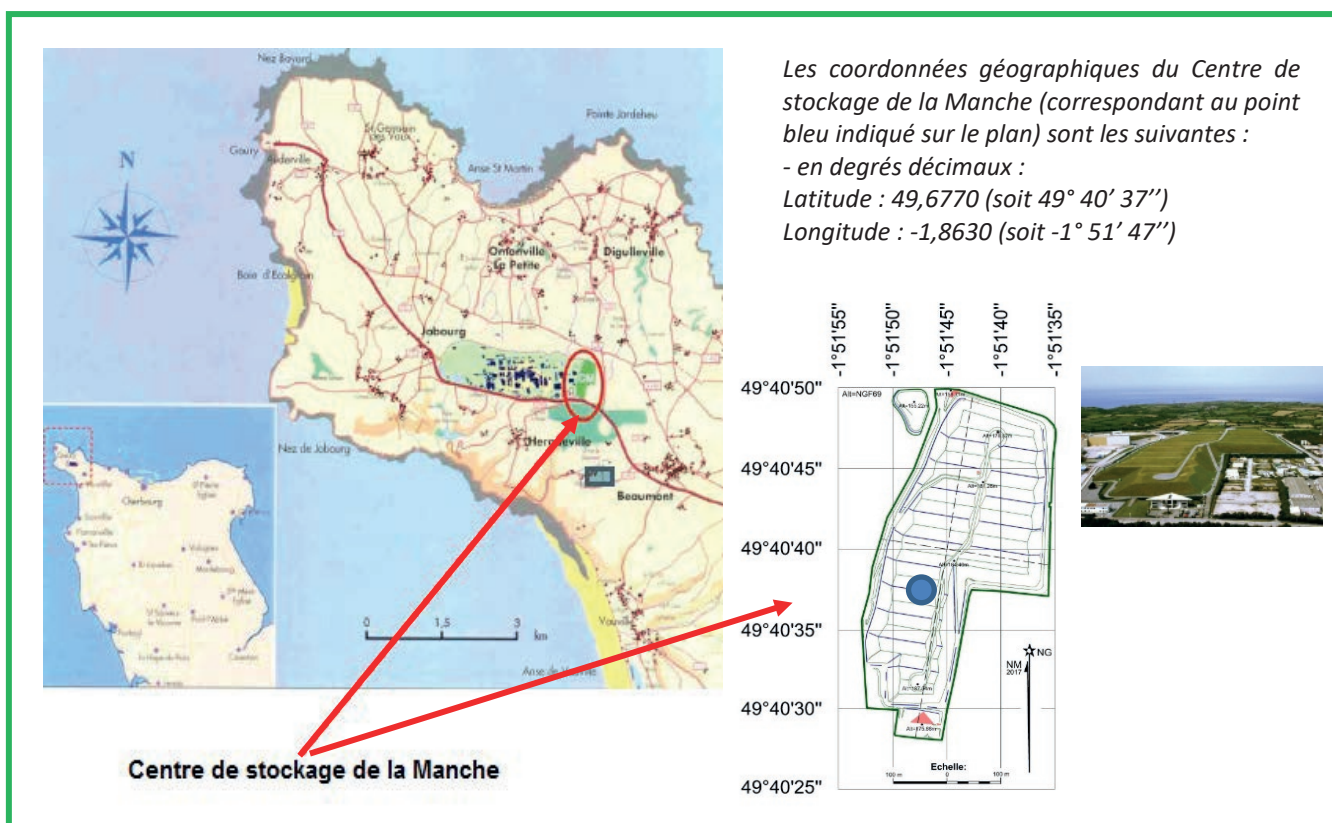
Situé à Soullaines-Dhuys, en Champagne-Ardenne, le Centre de stockage de l'Aube accueille des déchets de faible et moyenne activité depuis 1992. Conçu après le Centre de stockage de la Manche, il bénéficie du retour d'expérience de ce dernier.

2. LE CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE

Le Centre de stockage de la Manche se situe à l'extrême nord-ouest de la presqu'île du Cotentin, dans une zone géographique caractérisée par un climat océanique marqué et un environnement géologique complexe. Exploité de 1969 à 1994, il a fourni un retour d'expérience qui a permis la mise en place d'une véritable politique de gestion des déchets radioactifs en France.

PRÉSENTATION

Le Centre de stockage de la Manche est situé à l'extrême nord-ouest de la presqu'île du Cotentin, à une vingtaine de kilomètres à l'ouest de la ville de Cherbourg-en-Cotentin. Il est en bordure sud de la commune de La Hague (Digulleville), dans le département de la Manche, et en bordure Est de l'installation de retraitement de combustibles usés de La Hague. Son emprise au sol est d'environ 15 hectares.



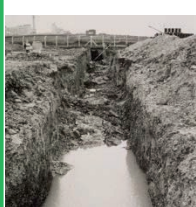
HISTOIRE DU CENTRE

Le Centre de la Manche est le premier centre de stockage de surface de déchets radioactifs exploité en France.

Créé en 1969 suite à la décision de la France d'arrêter l'immersion des déchets radioactifs, il a été implanté en bordure d'un centre de recherches du CEA*, sur un terrain lui appartenant. Sur ce site, la zone Ouest a été retenue parce qu'elle présentait les propriétés hydrogéologiques les plus adaptées.

Les techniques de stockage ont beaucoup évolué entre les premiers et les derniers colis mis en place (soit de 1969 à 1994). Ceci est lié à l'expérience acquise au cours de l'exploitation, mais aussi à l'évolution des réglementations.

L'EVOLUTION DES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION DES OUVRAGES DE STOCKAGE



Stockage en pleine terre



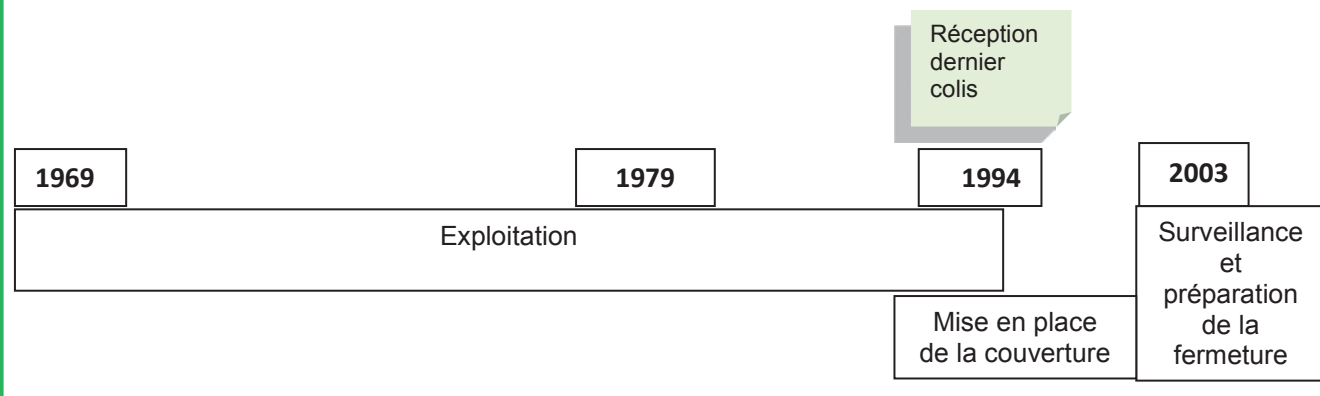
Stockage en tranchées béton et plateformes



Stockage en tumulus et monolithes sur plateformes



Concept multi-barrières



ENVIRONNEMENT

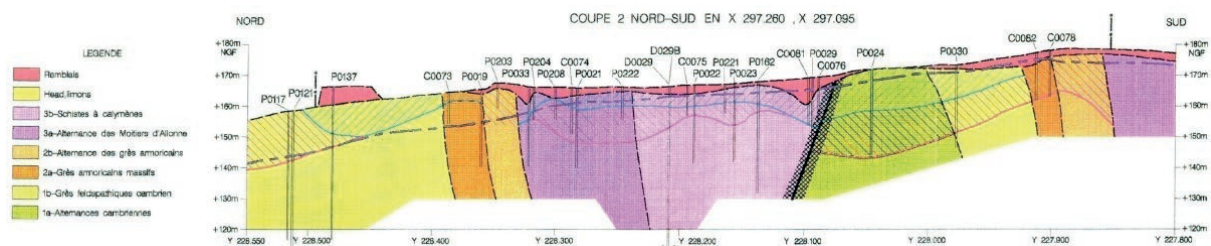
• Milieu géologique

Les propriétés chimiques et physiques du milieu géologique permettent de retarder la migration des substances radioactives et de limiter leur impact radiologique et chimique. La connaissance de ces données est donc importante.

Le Centre de stockage de la Manche est implanté sur un massif géologique très ancien, usuellement appelé socle par les géologues. Ce socle est affecté de plis et fractures liés à plusieurs phases de déformation successives. Deux types de roches sont principalement présentes : des schistes* et des grès*, qui se présentent sous forme d'une alternance de couches redressées quasiment à la verticale.

Les propriétés de ces roches leur permettent de limiter la migration des substances radioactives. Des dispositifs complémentaires ont été prévus, comme la couverture multicouche qui protège les déchets contre l'eau de pluie, l'érosion, etc.

Cependant, du fait de la présence du stockage, des substances issues du stockage peuvent se retrouver dans les ruisseaux en aval, présentés ci-après. Il est important de surveiller la qualité de ces eaux.



La géologie du Centre de stockage de la Manche est ancienne et complexe. Les roches sédimentaires de l'ère primaire, plissées (couches verticales), constituent le soubassement du stockage.

Milieus hydrologique et hydrogéologique (données de 2015)

Positionné en tête de bassin versant, le site du Centre de stockage de la Manche dispose d'un réseau hydrographique peu développé. Trois ruisseaux transitent à proximité et en contrebas du CSM*, selon un axe Sud-Nord :

- le ruisseau de la Sainte-Hélène

Situé au nord-nord-ouest du CSM, il atteint la mer après un parcours d'environ 3 kilomètres.

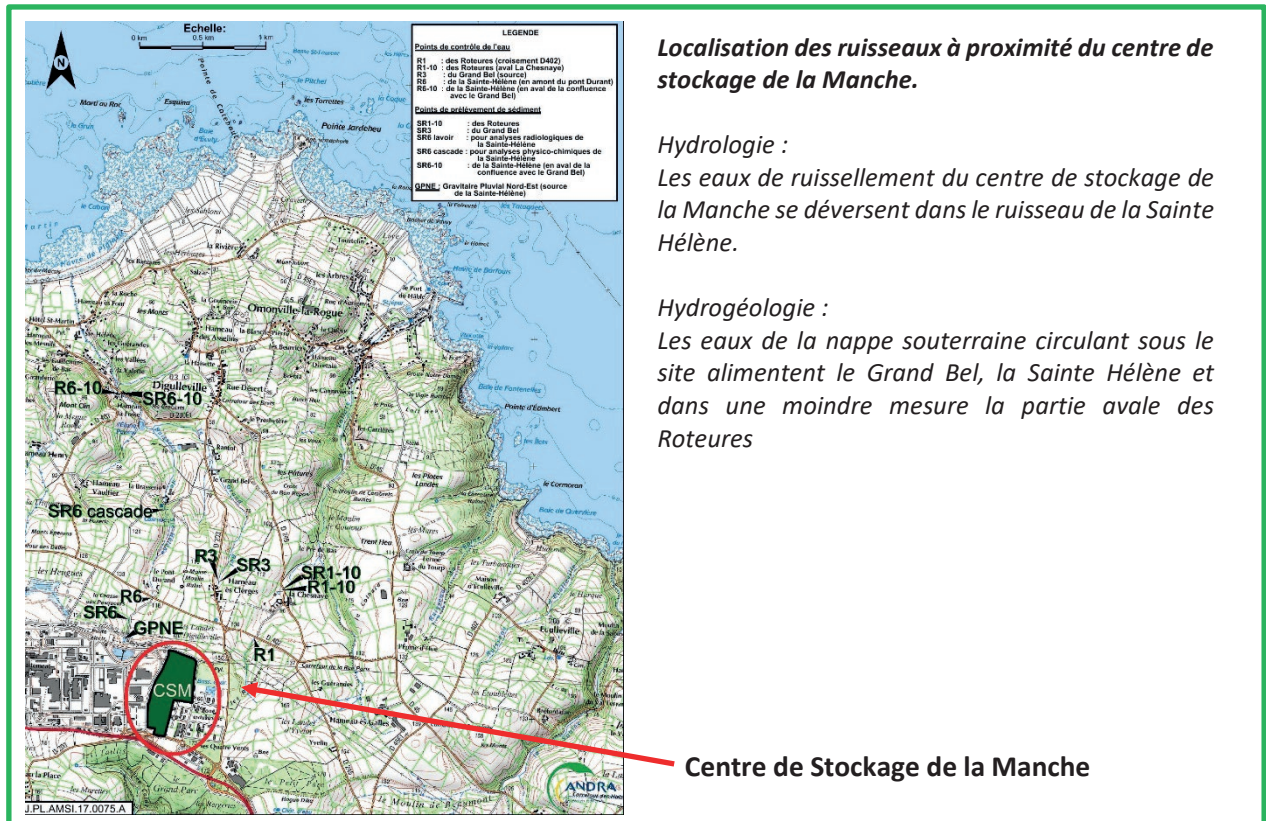
- le ruisseau du Grand Bel

Il prend sa source au nord-nord-est du CSM et rejoint le ruisseau de la Sainte-Hélène après un parcours de 1,7 kilomètre.

- le ruisseau des Roteures

Il prend sa source à l'est du CSM. Après environ 1 kilomètre, il rejoint le ruisseau La Vallée, qui se jette dans la mer au nord-nord-est du centre de stockage.

Indépendamment de l'existence du centre de stockage de la Manche, les eaux de ces ruisseaux sont naturellement impropres à la consommation.



**POUR
ALLER
PLUS LOIN**

Les caractéristiques des eaux souterraines en 2018

La nappe circulant sous le CSM peut être considérée comme de médiocre qualité.

D'un point de vue physico-chimique, on y relève la présence :

- De toxiques chimiques et de métaux, dont en particulier le zinc, le fer, le manganèse, l'aluminium mais aussi le mercure, en amont comme en aval du site,
- De nutriments comme les nitrates et les sulfates.

Ces composants présents dans la nappe en amont comme en aval du site sont des traceurs des activités industrielles et agricoles de l'ensemble du secteur.

Il est donc déconseillé de la boire.

D'un point de vue radiologique, cette nappe est actuellement marquée par la présence de tritium, liée à l'exploitation du CSM et principalement à l'incident tritium de 1976 (voir encadré au chapitre 3). L'activité radiologique est en décroissance significative à échelle humaine.

Climat (données de 2018)

Bordée par la mer de la Manche sur trois côtés, la presqu'île du Cotentin est soumise à un climat océanique très marqué :

- vitesses de vent élevées (valeur moyenne annuelle de 7 mètres/seconde), avec des vents dominants venant du sud-ouest
- pluviométrie moyenne annuelle significative (environ 1 mètre par an)
- humidité élevée (79 à 92 %)
- température annuelle moyenne fraîche mais tempérée (de l'ordre de 10°C)
- durée d'ensoleillement annuelle de 1 650 heures en moyenne

3. LA CONCEPTION DU DISPOSITIF DE STOCKAGE

Premier centre de stockage de surface créé en France pour la gestion des déchets radioactifs, le Centre de stockage de la Manche a évolué au cours du temps. Ce chapitre présente la conception générale du centre et les principales évolutions qui ont marqué sa conception et son exploitation.

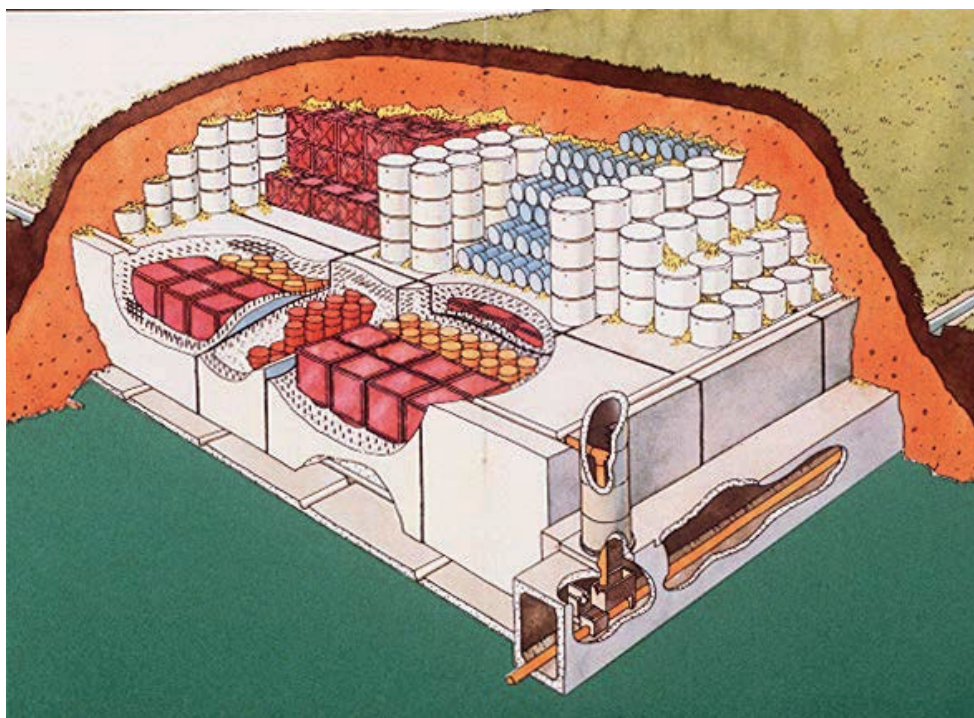
CONCEPTION GENERALE DU CENTRE

Le centre est constitué de plusieurs ouvrages de stockage, qui ont été construits au fur et à mesure de l'arrivée des déchets pris en charge.

Les colis* étaient stockés dans des unités de stockage appelées ouvrages. Les ouvrages étaient remplis à l'avancement de l'exploitation du Nord vers le Sud en espalier sur deux niveaux. Ainsi, le CSM* s'organise globalement en 3 tranches d'exploitation, de la tranche 1 la plus ancienne et située au Nord du site, à la tranche 3 la plus récente au Sud.

Les ouvrages de stockage ont connu de grandes évolutions techniques au cours des 25 années d'exploitation du site pour isoler de mieux en mieux la radioactivité et pour améliorer la gestion des eaux.

Le schéma ci-dessous présente de manière schématique la distribution des différents types de colis dans l'installation.



Représentation écorchée du centre de stockage, illustrant l'agencement des différents types de colis.

LES EVOLUTIONS DE CONCEPTION DES COLIS ET DES OUVRAGES DE STOCKAGE DE 1969 À 1994

Pendant toute la période où il a accueilli des déchets, les évolutions du CSM ont concerné les critères d'acceptation et les modalités de prise en charge des déchets, ainsi que la conception des ouvrages dans lesquels les colis de déchets sont stockés.

- **Les critères d'acceptation des déchets**

Pour être accepté sur le site de stockage, un colis de déchets devait respecter des critères, notamment de composition radiologique. Il s'agissait tout d'abord de vérifier que son niveau d'activité répondait aux critères réglementaires autorisés, lesquels ont évolué dans le temps. D'autre part, chaque colis contenant un mélange de radionucléides ayant chacun une durée de vie différente, il fallait aussi vérifier que la teneur en radionucléides à vie longue (période supérieure à 31 ans) était inférieure à un certain seuil au-delà duquel des spécifications particulières étaient définies (limitation de l'activité autorisée, conditionnement spécifique).

Les colis de déchets reçus sur le Centre étaient accompagnés d'une fiche décrivant leur contenu radiologique. Cette fiche, peu détaillée lors des premières années d'exploitation, présentée sous format papier appelé « bordereau », s'est progressivement enrichie d'informations. A partir de 1985, ces informations ont été directement intégrées dans une base de données informatique.

POUR ALLER PLUS LOIN

L'incident au tritium

Au cours de l'exploitation du centre de stockage de la Manche, un événement majeur s'est produit en 1976. Il a eu un impact sur la conception du centre et son fonctionnement, notamment en ce qui concerne la typologie des déchets acceptés.

Le tritium est un isotope* radioactif de l'hydrogène, élément chimique particulièrement léger et mobile. En 1976, une concentration anormale en tritium est détectée dans le ruisseau de la Sainte-Hélène, en contre-bas du centre de stockage de la Manche. La conjonction de fortes pluies et d'incidents de fonctionnement d'une pompe a entraîné un débordement en surface du réseau de drainage des tranchées bétonnées, noyant sur plusieurs centimètres de hauteur les déchets riches en tritium qui y sont stockés au niveau de la tranchée bétonnée n°2 (appelée « TB2 »), située au nord-est du centre.

Les déchets les plus contaminés ont été retirés, afin d'enrayer la contamination du sous-sol et de la nappe phréatique, et entreposés sur un site du CEA* jusqu'à ce que leur activité décroisse. Le reste a été réimplanté sur le Centre de stockage de la Manche dans des ouvrages adaptés. Après cet incident, le réseau de drainage des ouvrages a été complété par un nouveau réseau, dit « réseau séparatif gravitaire enterré », et les critères d'acceptation ont été précisés. Les déchets au tritium n'ont plus été acceptés sur le centre qu'en quantité réduite.

En 2018, on peut encore mesurer un marquage* en tritium dans la nappe souterraine et dans les ruisseaux environnants, notamment le Grand Bel.

• Le conditionnement des déchets dans les colis

Dès le début de l'exploitation du Centre, en 1969, les déchets sont conditionnés dans des colis avant d'être stockés dans un ouvrage de stockage.

Un colis de déchets pris en charge au CSM se présente de la manière suivante :

- un emballage (ou enveloppe), qui peut être soit métallique (fût ou caisson), soit bétonné (coque béton ou bloc de béton) ;
- les déchets, qui peuvent être selon leur niveau d'activité radiologique :
 - enrobés*, c'est-à-dire mélangés avec un ciment, un bitume ou une résine de manière à garantir une tenue mécanique du colis et s'assurer que le léchage des eaux ne présente pas de danger ;
 - bloqués*, c'est-à-dire mélangés avec un ciment ou une résine de manière à s'assurer une tenue mécanique du colis (sans garantie de performance vis-à-vis du léchage des eaux) ;
 - en vrac, sans garantie de performance vis-à-vis ni de la tenue mécanique ni du léchage des eaux.

Dans les toutes premières années de stockage, les déchets de faible activité n'étaient ni enrobés ni bloqués à l'intérieur des fûts.

Très vite, les modes de conditionnement ont évolué en fonction de la nature des déchets et de leur niveau de radioactivité, et l'injection de matériau d'enrobage a été systématisée, notamment pour assurer la stabilité du stockage des colis dans les ouvrages (en effet, les colis de déchets sont stockés empilés sur plusieurs niveaux).

Ainsi, tous les déchets stockés à l'intérieur du Centre de stockage de la Manche ont été conditionnés sous forme de colis, hormis quelques terres intégrées au soubassement de la couverture.

POUR ALLER PLUS LOIN

Les données sur les colis

Chaque colis stocké au CSM porte un numéro d'identification (manuscrit, puis à code-barres dans les années 1990). Ce numéro renvoie à des informations essentielles telles que poids, dimensions, substances radioactives contenues, activité radiologique.

Tous les colis stockés au CSM ont été enregistrés dans une base de données informatique, appelée « COCAS-RP2 ».

• Les ouvrages de stockage

Le retour d'expérience sur les premiers ouvrages de stockage a progressivement amené à faire évoluer les règles. On distingue actuellement deux catégories d'ouvrages :

- les tranchées : ces ouvrages sont le plus souvent anciens, on distingue les tranchées ordinaires (TO – seule TO3 subsiste) et les tranchées bétonnées (TB).
- Les plateformes : ce sont des ouvrages qui, suivant l'activité et la nature des colis sont organisés en tumulus ou en monolithes.

Les tranchées

Les tranchées ordinaires

Les premiers ouvrages du stockage ont été des tranchées ouvertes à même le sol, pour y déposer des déchets de faible activité. Ce type d'ouvrage a été abandonné rapidement, notamment en raison de difficultés d'exploitation. Une seule de ces tranchées a été conservée (la tranchée TO3), une autre n'a jamais été exploitée (TO2) et a été comblée avec de la terre ; la tranchée TO1 a été reprise : les colis ont été retirés et placés dans d'autres ouvrages.



Tranchée ordinaire de stockage (1969)

**POUR
ALLER PLUS
LOIN**

Les tranchées ordinaires

Les tranchées ordinaires ont été ouvertes en pleine terre pour ne contenir que des déchets de faible activité. Ce type d'ouvrage a été rapidement abandonné.

Sur les trois tranchées ordinaires prévues, seule la tranchée TO3 demeure, parce que l'activité stockée ne justifiait pas la reprise des déchets.

L'ouvrage surmontant la TO3 a été conçu avec un radier spécifique permettant une reprise de charge de part et d'autre de la tranchée TO3, ceci afin de limiter les risques de tassement (ouvrage T24-2).

Les tranchées bétonnées

Les déchets dont l'activité radiologique était la plus importante ont été stockés dans de longues tranchées munies de parois constituées de plaques de béton préfabriqué de 10 cm d'épaisseur et assemblées sur place (voir photographie ci-dessous). L'étanchéité du fond et des parois est assurée par un joint bitumeux. Un drainage est assuré en fond de tranchée.



Tranchées bétonnées en cours de construction (1969)

POUR
ALLER
PLUS
LOIN

Les tranchées bétonnées

Les tranchées bétonnées ont été construites pour accueillir les déchets dont l'activité radiologique était la plus importante, c'est-à-dire supérieure au seuil défini par le décret de création de 1969.

L'étanchéité du radier et des parois est assurée par un joint bitumineux.

Le fond de la tranchée a été préalablement nivelé avec une couche de sable qui assure un drainage de l'ensemble.

Pour pouvoir reprendre, si nécessaire, les colis de déchets en cas de difficultés constatées, les cases des premières tranchées ont été complétées par du sable sans ciment.

En 1976 une activité tritium anormale est détectée dans le Sainte Hélène et l'ouvrage responsable de cet incident est très vite identifié comme étant la TB2.

Après l'incident tritium de 1976, le sable a été retiré et remplacé par du mortier. Une fois remplies, les cases ont été recouvertes par une dalle de béton armé, qui a servi de radier aux ouvrages sus-jacents.

Les plateformes

Les plateformes différaient des tranchées ordinaires par l'aménagement d'une aire qui facilitait l'approche des engins de transport et de manutention.



Plateforme de stockage (1971)

**POUR
ALLER
PLUS LOIN**

Les plateformes

Dans les premiers temps d'exploitation, les plateformes étaient constituées d'une simple grave bitume (granulats concassés enrobés par du bitume à faible dosage), puis elles ont évolué au fil des années vers des structures bétonnées de plus en plus épaisses, de plus en plus armées et de plus en plus étanches (la structure de plateforme est souvent appelée « radier de l'ouvrage »).

L'aire de stockage était mise à niveau avec une légère pente pour permettre l'écoulement de l'eau de pluie pendant la période de mise en place des colis de déchets radioactifs. Ces écoulements étaient dirigés vers des fossés de collecte des eaux pluviales. Ce sont ces réseaux qui ont par la suite été repris et raccordés à un réseau dit de collecte des effluents, devenu le « Réseau Séparatif Gravitaire Enterré » (réseau RSGE). Ce réseau a permis de gérer de manière séparée les eaux pluviales et les effluents qui avaient été mis au contact des déchets

Deux modes de stockage étaient mis en œuvre, selon les caractéristiques du colis :

- si le colis ne suffisait pas à assurer, à lui seul, une protection suffisante contre la radioactivité, il était dirigé vers un ouvrage de stockage appelé « monolithe » dont les vides étaient remplis par du béton – cf. ci-dessous.
- si le colis offrait par lui-même une sûreté intrinsèque suffisante, il était dirigé vers un ouvrage appelé « Tumulus » constitué d'un empilement de colis comblé par un matériau de remplissage (gravier ou sable) - cf. page suivante.

Les monolithes

Les monolithes sont des blocs parallélépipédiques contenant des colis enrobés de béton. Pour certaines structures, les parois du monolithe sont constituées de colis bétons superposés et coulés dans une matrice cimentaire. Pour les autres structures, les parois sont des murs bétons dont la cohésion et la résistance mécanique sont renforcées par des nappes d'armatures sur chacune de leurs six faces. Les monolithes sont réalisés sur une structure d'accueil ou plateforme en béton. En fonction de la nature irradiante ou non des colis de déchets radioactifs, deux types de monolithes ont été construits : des monolithes ordinaires et des monolithes irradiants.



Stockage en monolithes
(1985)

Les tumulus

Les tumulus sont constitués par des empilements de colis de déchets radioactifs dont les interstices ont été comblés par un gravier. Afin de garantir à l'ensemble une bonne tenue mécanique et de faciliter les opérations de stockage, l'ossature des ouvrages a été réalisée avec des colis de déchets à enveloppe de béton disposés en gradins en bordure de l'ouvrage pour donner la forme d'une butte aux pentes douces et des empilements verticaux à l'intérieur (voir photographie ci-dessous).

Stockage en tumulus
(1988)

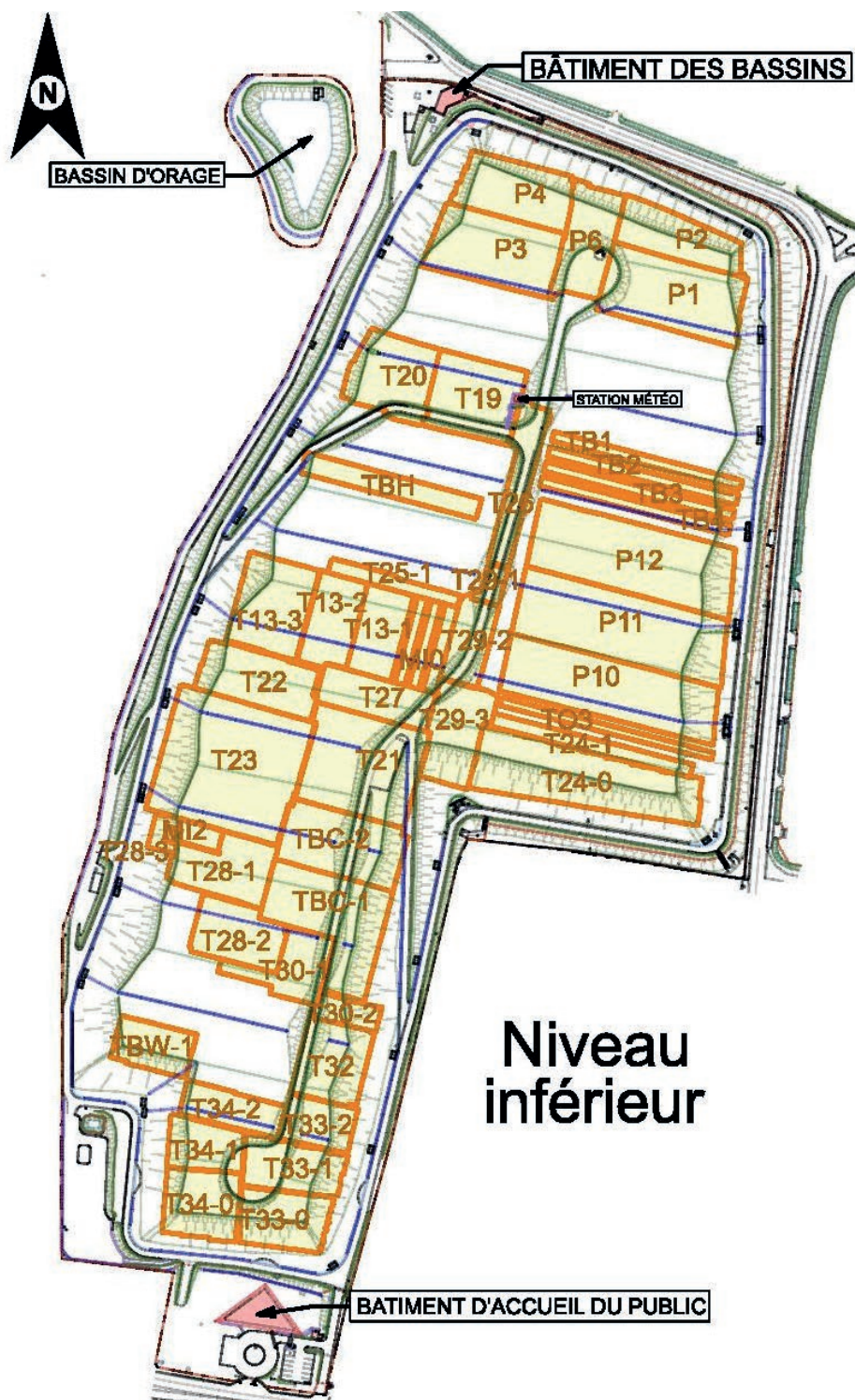


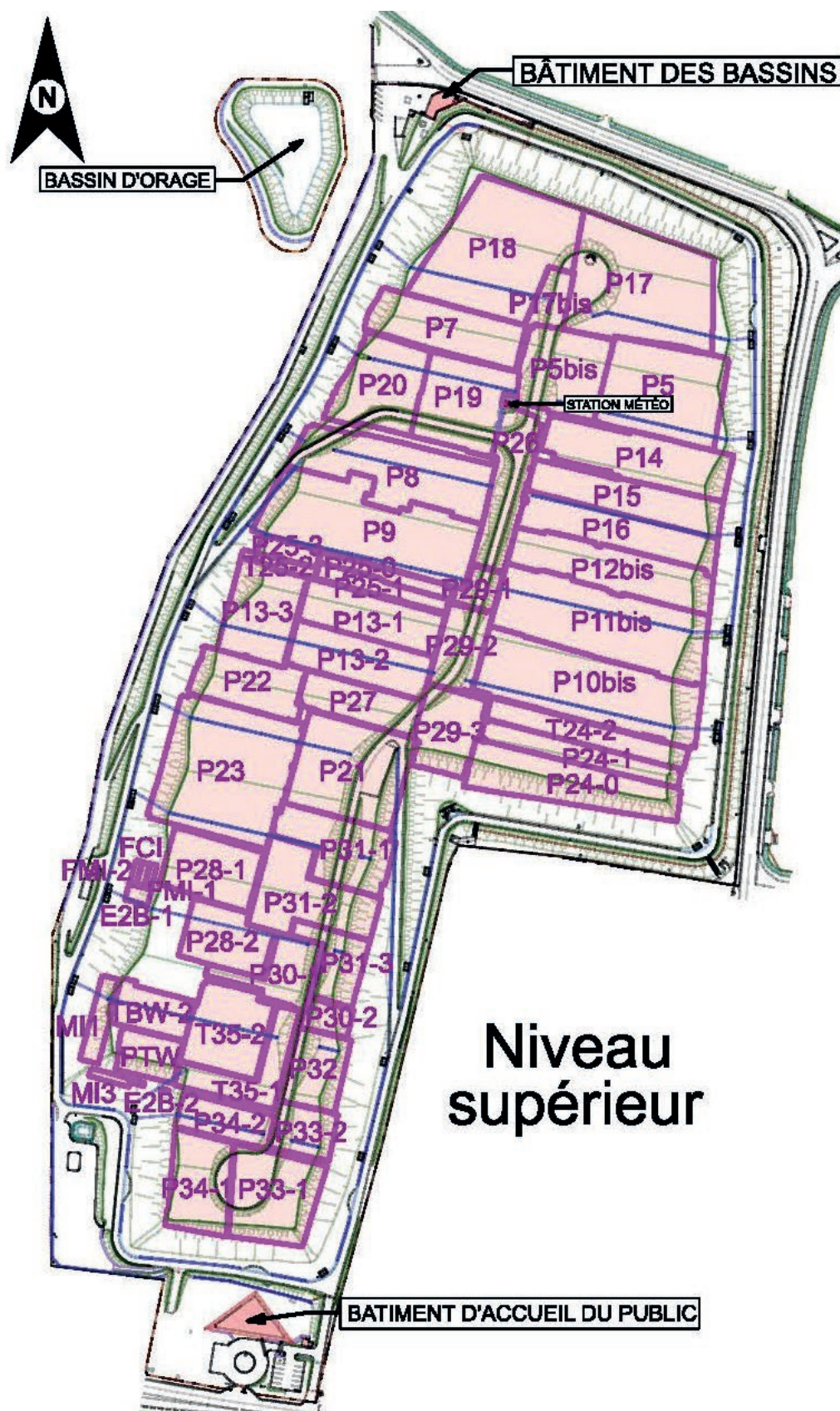
Les ouvrages particuliers

Le CSM compte plusieurs ouvrages particuliers, qui sont les ouvrages « ELAN IIB » et les « fosses alpha » : ces ouvrages correspondent à d'anciens ouvrages d'entreposage de colis qui ont été reconditionnés sur site. Une fois les colis qu'ils contenaient reconditionnés, ces ouvrages ont été transformés et reconvertis en ouvrages de stockage définitifs respectivement dénommés ouvrage ELAN IIB et ouvrage des monolithes irradiants FCI0, FMI1 et FMI2. Ils sont situés en partie supérieure de l'installation.

Schéma global de localisation des ouvrages de stockage

La localisation des ouvrages de stockage est illustrée sur la figure ci-après, en distinguant les ouvrages situés sur le niveau inférieur de ceux qui sont situés sur le niveau supérieur.





LES EVOLUTIONS DE CONCEPTION DE 1994 à 2018

A la fin de l'exploitation du Centre, les évolutions de conception n'ont plus concerné les ouvrages de stockage, mais la couverture mise en place au-dessus des ouvrages. Cette couverture est destinée à protéger le stockage des infiltrations d'eau (pendant quelques siècles) ainsi que du risque de mise à nu des colis de déchets (par érosion notamment). Elle a fait l'objet en 2009, 2010, 2011, 2012 et 2013 de travaux de confortement et d'adoucissement des pentes des talus.

La qualité et la stabilité de la couverture font l'objet d'études, de rapports et d'analyses réguliers.

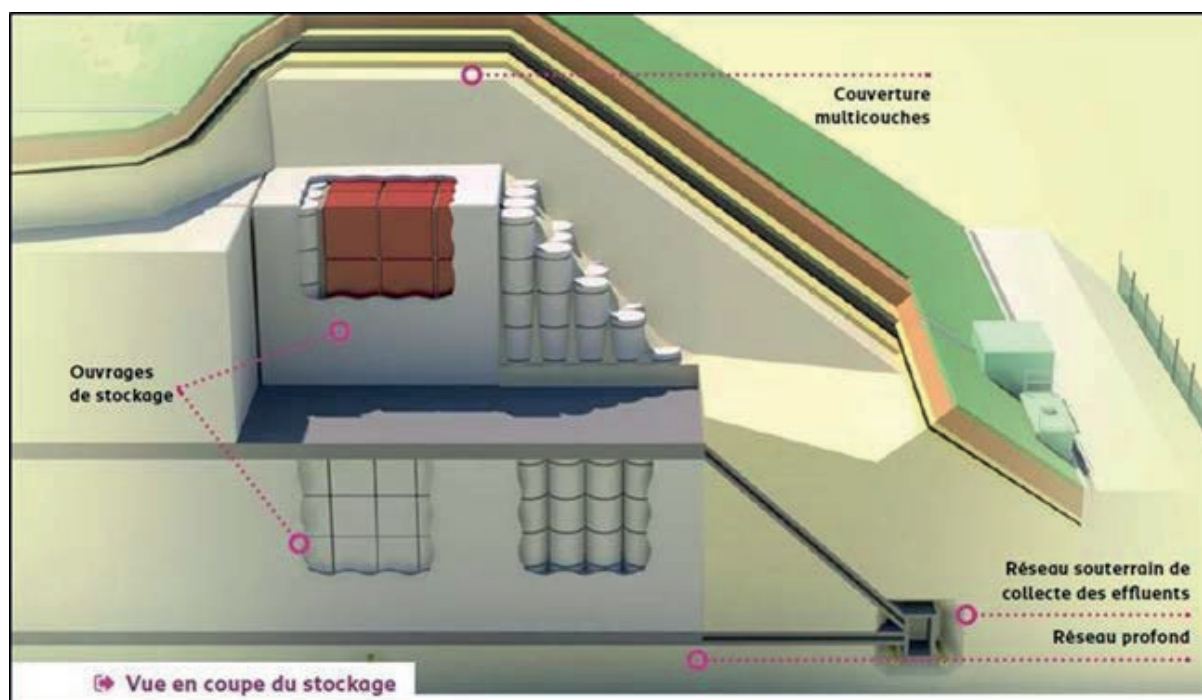
LE CENTRE DE STOCKAGE EN 2018

- **Les installations de stockage**

Le centre de stockage de la Manche se présente actuellement sous la forme d'une vaste butte de terre engazonnée. Les colis de déchets et les ouvrages de stockage se situent sous une couverture multicouche, constituée d'une alternance de couches drainantes et imperméables.

Suivant les ouvrages, les colis peuvent être des blocs de béton ou des conteneurs métalliques, de tailles plus ou moins standardisées. Il existe aussi des colis « hors norme », de toutes formes et toutes tailles. A l'intérieur de ces colis, les déchets peuvent être stockés en vrac, bloqués ou enrobés par une matrice de ciment ou de bitume. Certains déchets sont compactés avant d'être coulés dans une matrice. Dans le stockage, ces colis peuvent être plus ou moins dégradés, voire totalement dégradés et rendus à l'état de vrac.

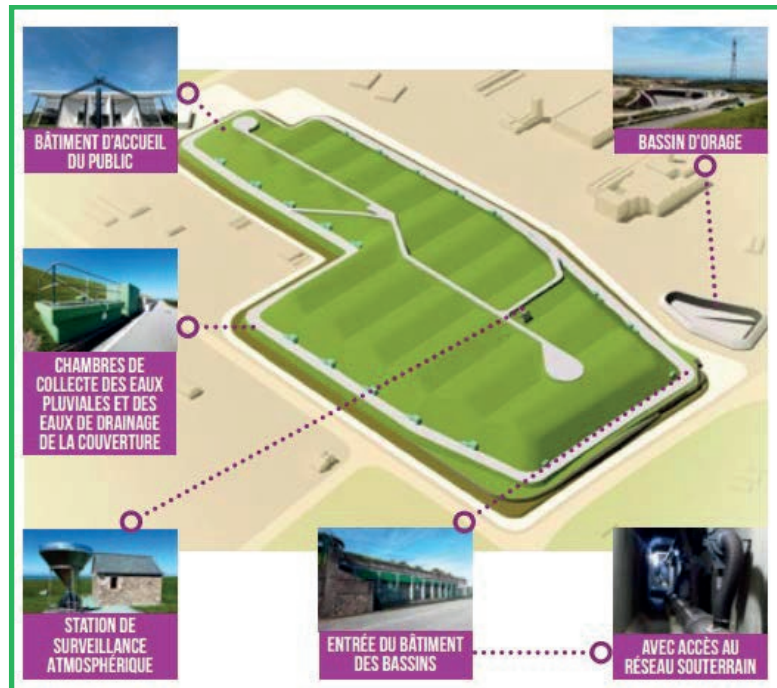
En sous-sol, sous les ouvrages de stockage, plusieurs réseaux de galeries souterraines permettent la surveillance des éventuelles eaux d'infiltration provenant des ouvrages de stockage et susceptibles d'avoir été en contact avec les colis de déchets.



Au nord du centre, le bâtiment technique regroupe l'ensemble des exutoires des réseaux de

récupération des eaux, bacs ou cuves de rétention et stockage avant contrôle. Situés à différents niveaux de la couverture sous les ouvrages de stockage, ces réseaux permettent la différenciation et la gestion séparée des eaux pluviales et des effluents collectés sous les ouvrages de stockage et installations annexes.

Au sud, le bâtiment d'accueil du public regroupe les bureaux du personnel, un espace d'exposition permanente ou temporaire, la salle d'archives ainsi que le dispositif de gardiennage.



• La gestion des eaux

Quatre réseaux de collecte des eaux ont ainsi été réalisés, en surface et à différentes profondeurs, au niveau de la couverture, des murs de soutènement, des ouvrages de stockage, etc. pour permettre la collecte séparative des eaux.

Les eaux collectées sont contrôlées (débits et caractéristiques physico-chimiques et radiologiques) et redirigées vers les exutoires appropriés en fonction de leur nature et de leur potentielle contamination radioactive :

- les « eaux à risque » : ces eaux, susceptibles d'être contaminées, sont orientées vers les installations de gestion des réseaux à risque du centre Orano* de La Hague, mitoyen du Centre de stockage de la Manche, puis déversées dans la mer par une canalisation de rejet dédiée. Elles sont constituées des eaux de drainage des ouvrages de stockage, des eaux de drainage des couches de la couverture, et des eaux de drainage profond de l'ensemble du stockage.
- les « eaux pluviales » : ces autres eaux sont déversées dans le ruisseau de la Sainte-Hélène, après contrôle. Le déversement est effectué via les installations hydrauliques du bassin d'orage, puis les installations de gestion des eaux pluviales Orano. Elles sont constituées des eaux de ruissellement de la couverture, des bâtiments et des voiries, et d'une partie des eaux de drainage des couches de la couverture (surverse sur des débits supérieurs à 30 m³/h).

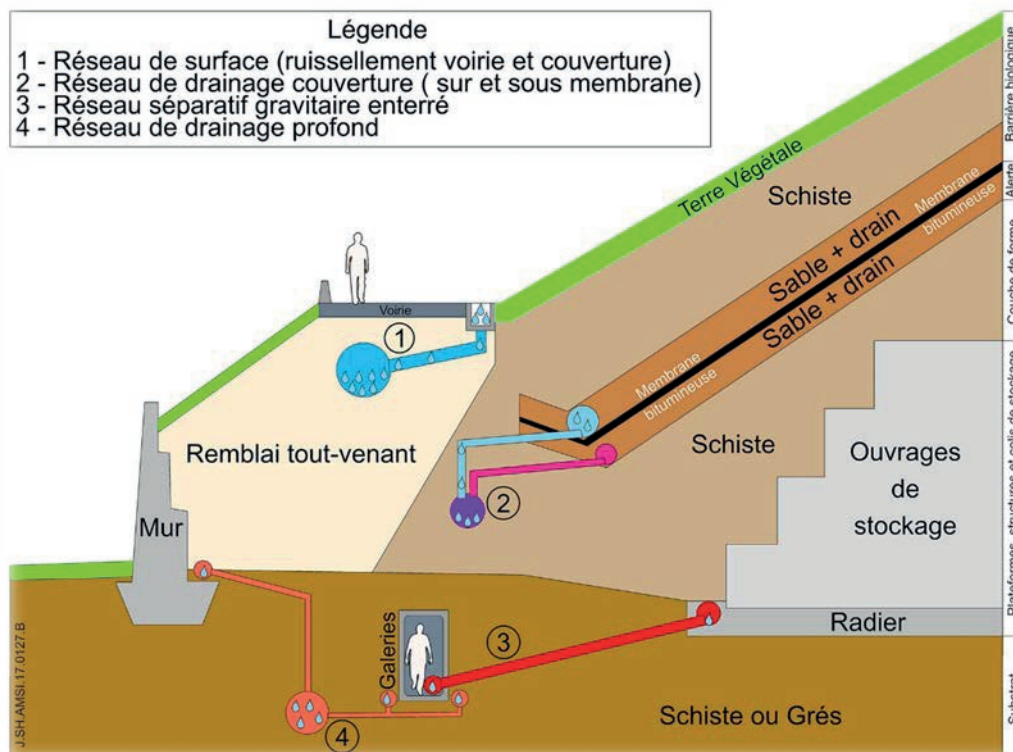
**POUR
ALLER
PLUS LOIN**

Les quatre réseaux de collecte des eaux

Pour collecter les eaux, 4 réseaux différents ont été installés :

- un réseau de surface collectant les eaux de ruissellement de la couverture (eaux de pluie). Ce réseau est constitué de caniveaux et de canalisations qui orientent les eaux collectées vers des collecteurs enterrés, de 0,8 m et 1 m de diamètre, qui ceinturent le site et rejoignent la chambre de récupération des « eaux pluviales » (CMG) située au coin nord-ouest ;
- un réseau de drainage collectant les eaux d'infiltration au travers des deux couches supérieures de la couverture, terre végétale et barrière biologique (voir le prochain encadré « Pour aller plus loin ») rejoignant le drainage sur membrane bitumineuse, ainsi que les eaux de drainage qui auraient pu traverser la membrane bitumineuse ;
- un réseau souterrain appelé « réseau séparatif gravitaire enterré » dont la vocation est de recueillir les eaux drainées et collectées à la base des ouvrages de stockage, après infiltration au travers des colis de déchets : les eaux collectées présentent un risque de contamination radioactive et font donc partie des « eaux à risque » ;
- un réseau de drainage profond, situé à la base des installations enterrées (le long des galeries du réseau souterrain) en arrière des murs de soutènement ou sous les ouvrages de stockage. Les eaux collectées présentent aussi un risque de contamination radioactive et font donc partie des « eaux à risque ».

Ces quatre réseaux sont présentés dans le schéma ci-dessous



Le dispositif de couverture

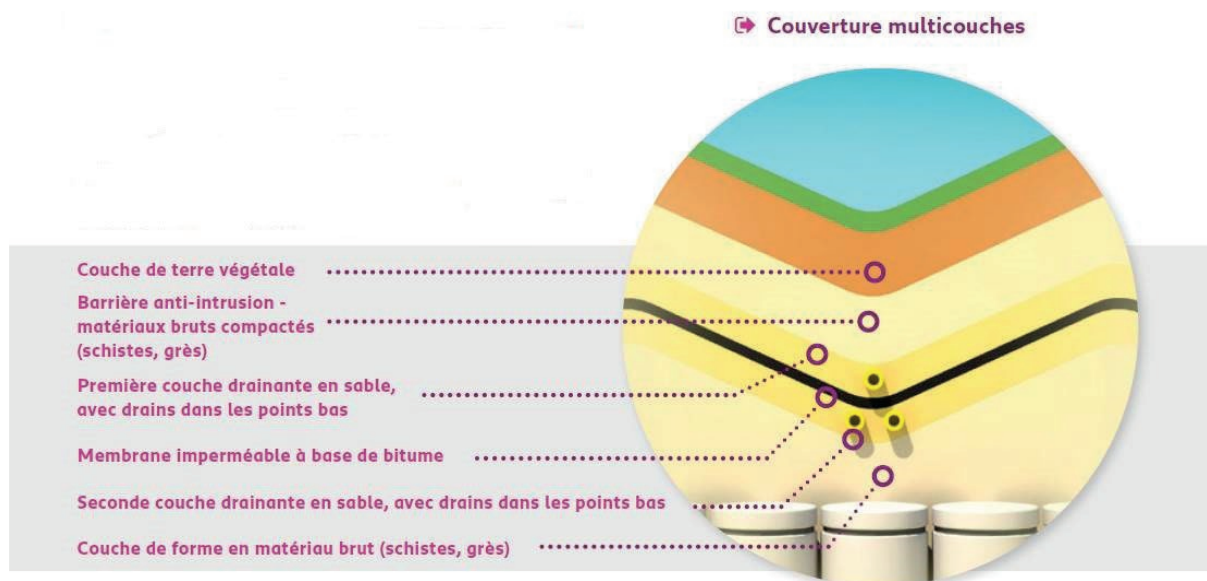
La couverture du centre de stockage joue un rôle clé dans la sûreté du stockage depuis la livraison du dernier colis de déchets. Elle doit notamment assurer la protection des déchets :

- contre l'eau de pluie (afin d'éviter la dispersion de substances radioactives dans les eaux souterraines)
- contre l'érosion, les variations climatiques,
- contre les agressions d'origine humaine (intrusion...), animale (animaux fouisseurs) ou végétale (racines).

Cet objectif a conduit à retenir deux critères pour sa constitution :

- L'étanchéité : la quantité d'eau de pluie susceptible de traverser la couverture et d'entrer au contact des colis de déchets doit être la plus réduite possible. En pratique, l'objectif est de limiter à quelques litres par mètre carré et par an.
- La protection : les colis doivent rester recouverts le plus longtemps possible.

Ces critères ont conduit à réaliser une couverture « multicouche » reposant sur l'alternance de couches de perméabilités différentes. L'une de ces couches est constituée d'une matière synthétique appelée géomembrane*, choisie pour son élasticité et sa capacité à s'adapter aux mouvements de terrain. Cette matière a été trempée dans du bitume pour la rendre étanche, puis placée entre plusieurs couches de sable. La couverture est structurée en forme de « toit d'usine ».



Elle fait l'objet d'une surveillance (tassements, mouvements de terrain) et de maintenance, voire de réparations tant que ce sera jugé nécessaire.



Pose d'une bande de géomembrane. Les bandes sont soudées les unes aux autres.

**POUR
ALLER
PLUS LOIN**

La couverture du Centre de stockage de la Manche se compose de couches de perméabilités différentes de manière à assurer l'étanchéité, le drainage et la stabilité. Elle est structurée en forme de toit d'usine. Son épaisseur, selon les points, varie entre 3 et 8 mètres.

Elle comprend, de bas en haut :

- Une couche de forme de matériaux à base de schistes et de grès destinée à donner une forme de pente de base à la couverture, tout en constituant un matelas tampon d'une épaisseur variable de 0,5 à 8,60 m
- Une couche drainante de sable fin d'une épaisseur de 0,20 m ; cette couche sert de support anti-poinçonnement à la géomembrane et recueille les eaux d'infiltration éventuelles en cas de rupture de celle-ci. Dans cette couche, des drains sont positionnés en points bas pour permettre la collecte des eaux qui traverseraient la géomembrane,
- Une géomembrane bitumineuse (géotextile imprégné de bitume) d'environ 5 mm d'épaisseur, qui assure l'étanchéité du complexe multicouche
- Une couche drainante de sable de 0,20 à 0,30 m d'épaisseur, séparant la géomembrane des matériaux de la barrière biologique. Cette couche recueille les eaux infiltrées à travers la barrière biologique. Dans cette couche, des drains sont positionnés en points bas permettant la collecte des eaux drainées par la couche de sable,
- Une barrière biologique en matériaux grossiers compactés d'une épaisseur minimale de 0,75 m en point haut à 1,25 m en point bas. Cette couche est destinée à protéger la géomembrane du développement racinaire et des animaux fouisseurs,
- Une couche de terre végétale engazonnée d'une épaisseur de 0,20 m, évitant le dessèchement et le craquèlement des couches sous-jacentes, s'opposant au ravinement et à l'érosion mécanique, et conduisant le ruissellement vers un réseau de collecte des eaux de pluie.

4. L'INVENTAIRE DES DÉCHETS STOCKÉS : RADIONUCLÉIDES ET TOXIQUES CHIMIQUES

Les déchets qui se trouvent au Centre de stockage de la Manche contiennent des substances nocives du fait de leur radioactivité et/ou de leur nature chimique. Un inventaire de ces substances est proposé dans ce chapitre.

RADIONUCLÉIDES

Le tableau page suivante présente l'inventaire des radionucléides stockés au Centre de stockage de la Manche. Il s'agit de l'inventaire total. Si le lecteur souhaite trouver des informations plus détaillées (évolution de l'inventaire en fonction du temps, répartition de l'inventaire dans les différents ouvrages de stockage, il pourra consulter une fiche complémentaire dédiée à l'inventaire.

L'inventaire des principaux radionucléides en 1994

Le tableau page suivante présente l'inventaire total, sur l'ensemble des ouvrages, des principaux radionucléides contenus dans les déchets stockés au Centre de stockage de la Manche.

L'activité des radionucléides se mesure en Becquerels. Elle est présentée ci-après en GBq (10^9 Bq). Elle diminue par décroissance naturelle au fil du temps. Pour chaque radionucléide est indiqué :*

- *L'élément chimique correspondant (par exemple : le césium)*
- *Le radionucléide (par exemple ^{137}Cs)*
- *La période, en années (par exemple, dans ce cas, $3,00\text{E}+01$, c'est-à-dire 30 ans)*
- *Le rayonnement principal émis (par exemple dans ce cas, rayonnement bêta)*
- *L'activité totale stockée au 30/06/1994 (par exemple, dans ce cas, $1,13\text{E}+07$, c'est-à-dire 11,3 millions de Becquerels).*

L'inventaire a été calculé au moment de la prise en charge du dernier colis, en juin 1994.

Les informations de tous les colis stockés sont compilées dans la base de données informatique appelée « COCAS-RP2 », que l'Andra prévoit de maintenir en service tant qu'elle continuera à exploiter des centres de stockage.

Le saviez-vous ?

La stabilité du noyau d'un atome dépend du nombre de protons et de neutrons qu'il contient et de l'équilibre qu'ils ont dans ce noyau. La radioactivité est le processus qui permet à un noyau, appelé radionucléide, de se rapprocher de la zone de stabilité. Les radionucléides les plus lourds (notamment les radionucléides émetteurs de particules alpha) subissent plusieurs désintégrations successives, jusqu'à l'obtention d'un noyau stable. Cette cascade de désintégrations fait apparaître, de manière temporaire, un accroissement de l'inventaire de certains radionucléides présents dans la chaîne de désintégrations. C'est le cas par exemple de l'américium 241, peu présent initialement dans le stockage, mais dont la quantité va croître pendant quelques siècles, au fur et à mesure de la décroissance de ^{241}Pu , avant de redescendre. Ce phénomène n'est pas observé pour les noyaux plus légers que le plomb. Leur quantité à une date donnée peut alors se calculer directement à partir de la quantité initiale et de la période de désintégration.

Eléments	Radionucléides	Période radioactive (années)	Rayonnement principal			Activité totale stockée (GBq) au 30/06/1994
			alpha	bêta	gamma	
Hydrogène	³ H	1,23E+01				1,27E+06
Béryllium	¹⁰ Be	1,60E+06				1,39E+00
Carbone	¹⁴ C	5,70E+03				2,77E+05
Chlore	³⁶ Cl	3,01E+05				2,60E+03
Calcium	⁴¹ Ca	1,03E+05				3,46E+01
Nickel	⁵⁹ Ni	7,60E+04				4,35E+04
Cobalt	⁶⁰ Co	5,27E+00				1,49E+07
Nickel	⁶³ Ni	1,01E+02				5,42E+06
Selenium	⁷⁹ Se	3,77E+05				2,77E+01
Strontium	⁹⁰ Sr	2,88E+01				2,59E+06
Molybdène	⁹³ Mo	4,00E+03				6,91E+00
Zirconium	⁹³ Zr	1,53E+06				3,50E+02
Niobium	⁹⁴ Nb	2,00E+04				2,40E+03
Technétium	⁹⁹ Tc	2,14E+05				1,75E+03
Palladium	¹⁰⁷ Pd	6,50E+06				1,57E+01
Argent	^{108m} Ag	4,18E+02				6,93E+03
Etain	^{121m} Sn	5,50E+01				1,39E+02
Etain	¹²⁶ Sn	2,30E+05				6,24E+01
Iode	¹²⁹ I	1,61E+07				4,27E+00
Césium	¹³⁵ Cs	2,30E+06				3,68E+02
Césium	¹³⁷ Cs	3,00E+01				1,13E+07
Samarium	¹⁵¹ Sm	9,00E+01				6,35E+04
Radium	²²⁶ Ra	1,60E+03				9,08E+03
Radium	²²⁸ Ra	5,75E+00				3,23E+04
Thorium	²³² Th	1,41E+10				1,11E+03
Uranium	²³² U	6,98E+01				9,94E+01
Uranium	²³³ U	1,59E+05				5,35E+00
Uranium	²³⁴ U	2,46E+05				3,31E+03
Uranium	²³⁵ U	7,04E+08				2,61E+02
Uranium	²³⁶ U	2,37E+07				1,04E+01
Uranium	²³⁸ U	4,47E+09				3,25E+03
Neptunium	²³⁷ Np	2,14E+06				1,20E+02
Plutonium	²³⁸ Pu	8,77E+01				9,11E+04
Plutonium	²³⁹ Pu	2,41E+04				2,17E+05
Plutonium	²⁴⁰ Pu	6,56E+03				4,42E+04
Plutonium	²⁴¹ Pu	1,43E+01				1,06E+07
Plutonium	²⁴² Pu	3,74E+05				1,24E+02
Americium	²⁴¹ Am	4,33E+02				3,80E+04
Americium	²⁴³ Am	7,36E+03				2,66E+02
Curium	²⁴² Cm	4,46E-01				8,48E+02
Curium	²⁴³ Cm	3,00E+01				2,55E+01
Curium	²⁴⁴ Cm	1,80E+01				2,15E+04

Inventaire total stocké sur le CSM évalué en juin 1994 (au moment de la réception du dernier colis de déchets). Les périodes radioactives et le type de rayonnement principal de chacun des radionucléides sont mentionnés, ainsi que les principaux types de rayonnements (alpha en jaune, bêta en vert et gamma en rouge)

TOXIQUES CHIMIQUES

Des éléments chimiques toxiques sont présents dans les déchets radioactifs stockés au Centre de stockage de la Manche. La déclaration de ces éléments n'était pas prévue au même titre que celle des radionucléides lors de la livraison des colis. L'Andra a néanmoins réalisé un inventaire *a posteriori* d'après une enquête menée auprès des producteurs, en 1996, après la réception du dernier colis de déchets.

Il est important de noter que, contrairement à la radioactivité, la toxicité chimique ne diminue pas dans le temps. De ce fait, l'inventaire stocké présenté dans le tableau ci-après demeurera constant au cours du temps.

Inventaire total des toxiques chimiques	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	222 049
Be	8
Cd	15 300
Cr	2 025
Hg	879
Ni	21 666
Pb	17 418 302
PbSO₄	2 296 526
U	264 284

Le saviez- vous ?

L'usage du plomb pour protéger les travailleurs

Parmi les éléments toxiques recensés dans les déchets stockés au centre de la Manche, le plomb est le plus présent car les écrans en plomb étaient couramment utilisés pour la radioprotection dans l'industrie électronucléaire.*

Des écrans de plomb ont ainsi été disposés autour des déchets les plus irradiants (qui contiennent notamment du ⁶⁰Co et du ¹³⁷Cs) pour protéger les travailleurs des rayonnements gamma émis par ces colis lors de opérations de mise en stockage.

5. LA SURVEILLANCE ET L'ÉVOLUTION DU SITE

En 2003, après plusieurs années de procédures administratives, le Centre de stockage de la Manche est entré dans une nouvelle phase de vie, destinée à préparer la fermeture définitive du stockage et à surveiller son évolution pour vérifier que son impact chimique et radiologique sur les riverains et leur environnement reste très faible. Les activités principales concernent :

- La surveillance du stockage et de son impact sur l'environnement ;
- La gestion des effluents ;
- Les études pour fermer progressivement l'installation et vérifier que le fonctionnement est suffisamment passif pour permettre de réduire progressivement les opérations de surveillance.

En effet, l'objectif recherché in fine est que le site puisse évoluer naturellement sans recours à des interventions humaines. (C'est à dire, sans qu'il ne soit nécessaire de maintenir sur place la présence d'un exploitant).

L'Andra réexamine tous les dix ans la sûreté du stockage, pour s'assurer que l'impact du stockage reste acceptable pour l'homme et l'environnement en regard des critères en vigueur. Ces examens réguliers intègrent le retour d'expérience de la surveillance.

Aujourd'hui : un impact faible et surveillé

À l'issue de la phase d'exploitation, aux environs de l'année 1994, les installations dédiées à la réception et à la mise en ouvrage des colis de déchets ont été démantelées et la zone de stockage a été recouverte d'une couverture destinée à limiter l'infiltration d'eau, décrite au chapitre 3. Les réseaux de gestion des eaux ont été adaptés, les anciens bassins ont été réaménagés et transformés en un bâtiment dédié à la surveillance. Ce bâtiment est appelé « bâtiment des bassins », il est actuellement en service et est situé à l'angle Nord-Ouest du stockage. Il est adossé à la couverture et celle-ci recouvre également son toit.

POUR ALLER PLUS LOIN

Comment évalue-t-on l'impact radiologique ?

L'impact radiologique est évalué à partir du niveau de radioactivité des rejets de l'installation. au moyen d'un modèle de transfert à l'homme.

Comment est déterminé le niveau de radioactivité dans les rejets ?

Tant que l'exploitant est sur le site, le niveau de radioactivité est mesuré dans les rejets : Dans la configuration actuelle, ceux-ci se répartissent :

- Dans les eaux des ruisseaux : les rejets des eaux de surface de l'installation se déversent dans le ruisseau de la Sainte Hélène. Toutefois, le ruisseau du Grand Bel (affluent de la Sainte Hélène) et le ruisseau des Roteurs (plus à l'Est) sont aussi en partie alimentés par des eaux souterraines influencées par le stockage.
- Dans l'eau de mer (pour les effluents à risque) qui sont rejetés en mer après transfert à l'installation de traitement d'Orano (installation industrielle voisine). Pour l'eau de mer, l'impact est extrêmement faible, compte tenu du fort effet de dilution.

Les évaluations de l'impact dans le futur sont établies à partir de rejets calculés par modélisation.

L'impact des rejets dans le ruisseau de la Sainte-Hélène est maximal pour les individus composant le groupe modélisé des agriculteurs du hameau de la Fosse à Digulleville. La dose annuelle reçue est calculée en faisant la somme de la dose par inhalation de sols et de la dose par exposition interne résultant de leur alimentation, supposée à fortes composantes de produits végétaux et animaux locaux, et de boisson issue du ruisseau de la Sainte-Hélène.

En janvier 2003, le CSM a été autorisé à passer dans une nouvelle phase, qui vise à préparer le passage en phase de surveillance. Aujourd'hui l'activité de l'exploitant du centre, l'Andra, consiste à surveiller l'eau, l'air, la couverture et sa végétation. La surveillance a lieu notamment par contrôles sur les effluents avant leur rejet dans l'environnement, et par l'analyse de prélèvements dans l'environnement, par le suivi de l'évolution de capteurs. Cette surveillance permet de suivre l'évolution du stockage, de vérifier que son comportement est conforme aux prévisions et que l'impact du centre sur son environnement reste très faible.

Ainsi, en 2017, l'impact radiologique des rejets du CSM est évalué à 0,00020 mSv/an (pour un adulte), à partir de l'activité mesurée dans le ruisseau de la Sainte-Hélène, pour des agriculteurs que leur habitude de vie, leur mode d'alimentation et de boisson exposerait le plus à la contamination. Cet impact, très inférieur à la dose maximale annuelle de 1 mSv admise pour le public et à la radioactivité naturelle, n'est pas significatif. L'impact radiologique des rejets en mer est encore plus faible, de l'ordre de 10 000 fois moindre.

Et demain ?

Le Centre de stockage de la Manche (CSM) est conçu pour assurer une protection efficace vis-à-vis des risques chimiques et radiologiques apportés par les déchets. Cette protection fonctionnera si aucune action humaine inadéquate ne vient perturber son fonctionnement. Tant que le site continue à être surveillé activement et ses installations entretenues, le risque de perturbation d'origine humaine est extrêmement limité.

• L'évolution normale du centre de stockage

L'évolution « normale » du CSM correspond à l'évolution attendue (ou l'évolution la plus vraisemblable) des dispositifs de sûreté (colis de déchets, ouvrages de stockage, couverture).

Les études conduites permettent de conclure que la dispersion de substances radioactives hors des colis de déchets ne pourra se produire que par l'intermédiaire des eaux de pluie qui parviendront à s'infiltrer à travers la couverture et dont une fraction pourrait rejoindre les eaux souterraines, et in fine les ruisseaux environnants, Sainte Hélène, Grand Bel et le cas échéant les Roteurs aux échelles de temps plus lointaines, quand la couverture aura perdu ses propriétés d'étanchéité.

Sur le long terme, l'impact du CSM sur son environnement continuera d'être très faible.

POUR ALLER PLUS LOIN

Quel serait l'impact pour les riverains les plus exposés ?

Dans le scénario d'évolution normale, des calculs ont été menés sur le long terme, pour des agriculteurs qui consommeraient exclusivement de l'eau de la Sainte Hélène pour la boisson et pour les cultures potagères servant à leur alimentation.

D'après ces calculs, la dose reçue devrait être inférieure à 1 mSv/an. Ainsi, au vu de ces prévisions, l'utilisation de l'eau de la rivière par les générations futures ne devrait pas poser de problème sanitaire du fait du Centre de stockage de la Manche.

Cependant, il n'est pas recommandé de boire cette eau compte tenu de sa médiocre qualité physico-chimique (Cf. page 9).

Les risques

Bien que des dispositions aient été prévues pour assurer la protection de l'homme et de l'environnement contre la nocivité des déchets présents au centre de stockage de la Manche, il est nécessaire d'identifier les situations à risque qui pourraient conduire à ce que des personnes se trouvent quand même exposées à des effets (radioactifs ou chimiques) résultant des déchets stockés. C'est le principe de l'étude de sûreté.

Le risque principal est représenté par le contact d'une personne avec des déchets radioactifs, qu'il s'agisse d'une exposition directe ou de l'inhalation de poussières. Un autre risque est lié à la présence de radionucléides ou de toxiques chimiques dans les eaux environnantes avec des teneurs supérieures aux limites sanitaires définies pour la consommation d'eau de boisson. Ces deux types de risques peuvent notamment survenir en cas de dégradation anormale de l'état du stockage (notamment de la couverture par affaissement ou érosion du toit ou glissement de talus en bordure du centre...). Ceci pourrait provoquer une mise à nu de colis de déchets, dont certains peuvent se trouver éventrés, et une possible mise en contact de ces déchets avec de l'eau de pluie ou avec un promeneur qui passerait à proximité. Ils pourraient aussi résulter d'une action humaine inappropriée.

EN BREF

En quoi consiste une étude de sûreté ?

La sûreté du centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche est régulièrement analysée en évaluant l'impact de divers scénarios sur l'homme et l'environnement :

- scénarios d'évolution normale : l'évolution du stockage se passe comme prévu
- scénarios d'évolution altérée : l'évolution du stockage est différente de l'attendu pour différentes raisons : défaillance des barrières de confinement, risques naturels, intrusion humaine, etc.

L'étude de sûreté est mise à jour tous les 10 ans.

L'impact sanitaire de ces différents scénarios a été évalué. Il apparaît que l'exposition liée à une mise à nu de colis de déchets présente les risques les plus importants, les doses liées à la radioactivité (quelques dizaines de millisieverts) étant supérieures aux limites réglementaires pour le public, mais de l'ordre de la limite de dose pour les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants. Ces impacts potentiellement élevés sont essentiellement associés à des colis de déchets anciens qui contiennent des radionucléides à vie longue.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Dans le cadre des études réalisées en amont de l'acceptation des colis de déchets sur le Centre, des scénarios qui simulent des constructions d'infrastructures sur le site du centre de stockage (chantier routier, zone résidentielle, aire de jeux pour enfants...), qui seraient réalisés au-delà de l'horizon de l'année 2360 (c'est-à-dire après le départ de l'exploitant), ont été analysés. Les études ont conduit à conclure que les impacts de ces scénarios sont acceptables.

Dans tous les cas, il convient d'éviter toute intrusion humaine sur le site. Ce document fait partie du dispositif de mémoire constitué dans cette intention.

**POUR
ALLER
PLUS LOIN**

Quel serait l'impact pour un promeneur qui viendrait au contact de déchets après la phase de surveillance ?

Parmi les scénarios étudiés, le plus pénalisant est celui du contact avec des déchets mis à nu. Dans ce cas, on suppose que l'état du stockage s'est dégradé (via une dégradation de la couverture par exemple, pouvant se traduire par une érosion ou un glissement de talus avec déchirure de la membrane bitumineuse) et a provoqué une mise à nu de quelques colis de déchets, dont certains peuvent se trouver éventrés. On suppose que quelqu'un (un promeneur par exemple) peut se trouver à proximité ou au contact des colis de déchets. Ce promeneur est ainsi potentiellement exposé à des effets sanitaires qui dépendront :

- des colis de déchets :
 - ✓ de leur état physique : colis intact ou colis éventré ;
 - ✓ de leurs caractéristiques radiologiques : nature des radionucléides, activité (en fonction de leur décroissance) ;
 - ✓ de leurs caractéristiques en termes de toxiques chimiques associés aux déchets nucléaires ;
- du mode d'exposition de la personne qui se trouve à proximité du (ou des) colis :
 - ✓ ingestion et inhalation de poussières provenant du colis ;
 - ✓ exposition externe aux rayonnements ionisants émis par le (ou les) colis.

Les évaluations ciblent sur les colis de déchets contenant les activités en radionucléides émetteurs alpha à vie longue les plus élevées et stockés dans les ouvrages proches de la surface ou de la périphérie du stockage.

Dans ces évaluations, deux scénarios ont été envisagés vis-à-vis de l'état physique des colis :

- ✓ 1^{er} scénario : Les colis sont intacts - *L'impact résulte alors de l'exposition externe aux rayonnements.*

Les résultats de l'évaluation montrent alors un impact sanitaire inférieur à 1 mSv, excepté pour un lot de 35 colis de déchets stockés dans l'ouvrage P17 en 1982 (conduisant à un impact de 35 mSv lié à du ²³²Th), cette estimation intégrant des marges.

- ✓ 2^{ème} scénario : Les colis sont éventrés - *L'impact résulte alors des voies d'atteinte par ingestion, inhalation, contamination cutanée des mains et du visage et exposition externe aux rayonnements).*

Les résultats des évaluations montrent que les impacts les plus élevés seraient de l'ordre de plusieurs dizaines de mSv. Ces impacts sont calculés avec des hypothèses volontairement pessimistes qui supposent que la personne serait exposée à la fois aux rayonnements ionisants, et qu'elle serait également amenée à inhaler et ingérer des poussières provenant du colis. L'impact serait principalement dû au ²³⁹Pu, via la voie d'atteinte « inhalation ».

Ces résultats montrent que, pour les générations futures, il est prudent d'éviter que quelqu'un se trouve involontairement au contact d'un colis de déchets éventré.

Nota : dans ces deux scénarios, l'hypothèse est faite que le promeneur reste à distance d'un mètre du colis pendant une durée de trois heures.

**LE
SAVIEZ-VOUS
?**

La réglementation française fixe à 1 millisievert* (mSv) par an l'exposition maximale aux rayonnements radioactifs résultant des activités humaines pour le grand public (cette dose s'ajoute à la radioactivité naturelle et aux doses reçues en médecine), et à 20 mSv l'exposition maximale annuelle pour un travailleur en milieu ionisant.

En France métropolitaine, l'exposition moyenne d'une personne à la radioactivité naturelle représente une dose d'environ 2,9 mSv par an.

6. LA MEMOIRE DE LONG TERME DU CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE

Le présent document est destiné à une large diffusion, principalement auprès de la population locale et de ses représentants (élus, associations...). Il vise à fournir les informations essentielles pour éviter toute intrusion humaine dans le centre de stockage de la Manche. Il constitue une pièce importante du dispositif réglementaire de conservation de la mémoire du Centre de stockage de la Manche.

Le présent document est un Document d'Informations Clés, terme traduit de l'anglais « Key Information File » (« KIF »), établi selon les recommandations émises par le groupe d'experts du projet RK&M (« Records, Knowledge & Memory preservation accross generations ») conduit sous l'égide de l'Agence de l'Energie Nucléaire de l'OCDE, de 2011 à 2018. Selon la réglementation française en vigueur à la date de rédaction de ce document², un Dossier Synthétique de Mémoire (DSM) et un Dossier Détaillé de Mémoire doivent être établis pour chaque installation nucléaire de base relative à un stockage de déchets radioactifs. Le présent document est l'une des pièces du DSM. Les autres pièces sont :

- Un document d'une à deux pages, très synthétique, dénommé « Ultra-synthèse », qui fait partie du DSM mais peut aussi être diffusé plus largement ;
- Des fiches repères, qui répondent à un certain nombre de questions que peuvent se poser les personnes intéressées.

Le Dossier Synthétique de Mémoire est destiné à être diffusé largement (localement : mairies, cadastre, offices notariaux...régionalement : archives départementales), pour contribuer à la transmission, le plus longtemps possible, de la mémoire du site. Le DSM, dans sa version actuelle, est considéré sous une forme "préliminaire" par la réglementation actuelle. Il pourra être amené à évoluer et prendra sa forme définitive au moment de la demande d'autorisation de fermeture et de passage en phase de surveillance de l'installation.

Le Dossier Détaillé de Mémoire est destiné, tant qu'il y aura sur place un organisme en charge du Centre de stockage de la Manche, à fournir aux responsables toutes les informations qui peuvent leur être utiles dans leurs prises de décisions relatives au site. Cet ensemble de documents est archivé en au moins deux exemplaires, dont un aux Archives Nationales. La réglementation le requiert pour le passage en phase de surveillance.

L'Andra a prévu de mettre à jour régulièrement les dossiers de mémoire au regard du retour d'expérience, jusqu'à la fin de la phase de surveillance.

² Le Dossier Synthétique de Mémoire et le Dossier Détaillé de Mémoire sont demandés par l'article 42 du décret 2007-1557 du 2 novembre 2007, modifié par le décret n°2016-846 du 28 juin 2016.

7. LES INSTALLATIONS DE STOCKAGE DE DÉCHETS RADIOACTIFS DANS LE MONDE

Tous les pays utilisant la radioactivité, que ce soit pour la production d'énergie, la médecine, la recherche ou toute autre activité industrielle, sont confrontés à la problématique de la gestion des déchets générés par ces activités. Des installations de stockage de déchets radioactifs de différents types existent donc dans le monde entier, à différents stades de leur cycle de vie. Certaines sont en projet, d'autres accueillent des déchets, d'autres n'en accueillent plus mais restent surveillées. Ce chapitre présente une liste non exhaustive d'installations de stockage de déchets de faible ou moyenne activité. L'objectif est ici de poser une première contribution à la construction d'un réseau de documents d'informations clés (KIF) selon une structure harmonisée, pour participer à la transmission de la mémoire de l'ensemble des sites de stockage du même type. Ce chapitre est appelé à évoluer fortement dans les prochaines versions.

En France :

Centre de stockage de l'Aube (CSA)

Ce centre de stockage de surface est situé dans le département de l'Aube, sur la commune de Soullaines-Dhuys, à 60 km à l'est de Troyes. Il accueille depuis 1992 des déchets de faible et de moyenne activité à vie courte. Ce centre de stockage a pris le relais du Centre de stockage de la Manche.

Les déchets sont stockés dans des ouvrages en béton. A la date de rédaction du présent document, il a accueilli environ 300 000 m³ de déchets, pour une capacité de 1 000 000 m³. Il devrait être rempli à l'horizon 2070.

A l'issue de son exploitation, le centre sera recouvert d'une couverture multicouche. Le comportement à long terme d'une telle couverture est étudié dès à présent sur une couverture expérimentale.

Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires)

Le Cires est un centre de stockage de surface situé dans le département de l'Aube, près de la commune de Morvilliers, à 50 km à l'est de Troyes et à quelques kilomètres du Centre de stockage de l'Aube. Il accueille depuis 2003 des déchets de très faible activité.

Les déchets sont stockés dans des alvéoles creusées dans l'argile. A la date de rédaction du présent document, il a accueilli environ 350 000 m³, sur une capacité de 650 000 m³. La fin d'exploitation est prévue à l'horizon 2025-2030.

Au Royaume-Uni

1. Low Level Waste Repository

Le LLWR est un centre de stockage de surface situé près de Sellafield, dans le comté de Cumbria au Nord-Ouest de l'Angleterre. C'est le centre de stockage national du Royaume Uni pour les déchets de faible activité (« Low Level Waste »). Il est en service depuis plus de 50 ans.

Le site LLWR reçoit des déchets solides de faible activité de divers clients, tels que l'industrie nucléaire, le ministère de la Défense, les industries non nucléaires et des établissements d'enseignement, de médecine et de recherche. La plupart des déchets, généralement du papier, du carton, du plastique, des vêtements de protection, de la terre, des gravats et du métal, arrivent sur le site dans de grands conteneurs en métal. Les déchets de faible activité sont ensuite injectés dans les conteneurs avant d'être stockés dans des ouvrages en béton.

La fermeture du site est actuellement prévue pour 2130. Il est prévu de construire une couverture définitive sur les ouvrages bétonnés ainsi que sur les sept tranchées de type décharge dans lesquelles les déchets ont été stockés avant 1988.

2. Low Level Waste Vault Facility (Dounreay)

Le site de stockage de Dounreay est situé dans le comté de Caithness, en Ecosse. Il générera jusqu'à 175 000 mètres cubes de déchets de faible activité solides issus du démantèlement. Les déchets solides de faible activité comprennent des métaux et du béton, du verre, des terres contaminées et d'autres matériaux, tels que des feuilles de polyéthylène, des gants en plastique et du papier, légèrement contaminés par la radioactivité.

La construction de deux ouvrages pour le stockage des déchets dangereux à Dounreay, y compris une usine d'encapsulation, a été achevée en septembre 2014. Les ouvrages de stockage sont situés immédiatement au nord-est du site nucléaire de Dounreay. Les installations sont destinées à l'élimination des déchets de faible activité générés à Dounreay et sur le site Vulcan adjacent uniquement. L'usine d'encapsulation a été construite pour remplir les conteneurs de déchets de faible activité avec un coulis à base de ciment avant leur stockage dans l'ouvrage.

Au total, la société en charge de la gestion du site, DSRL, dispose des autorisations pour six ouvrages de stockage en béton, construits dans une excavation à faible profondeur. Une fois les ouvrages remplis, ils seront fermés et les vides excavés résiduels autour des ouvrages seront comblés. Le toit des ouvrages sera déposé, la partie supérieure sera munie d'une couverture ouvragée et la zone restaurée autant que possible dans son environnement d'origine, à l'aide d'un aménagement paysager approprié.

En Suède :

Le dépôt final des déchets radioactifs de courte durée (SFR)

SFR est situé à Forsmark dans la municipalité d'Östhammar, au nord-est d'Uppland, en Suède. La distance jusqu'à Gävle est environ 80 km, d'Uppsala environ 80 km et de Stockholm environ 150 km. L'installation a commencé ses activités en 1988 et se situe à environ 60 mètres sous le fond de la Baltique. Elle comprend quatre voûtes rocheuses de 160 mètres de long et une chambre dans la roche-mère avec un silo en béton de 50 mètres de haut pour les déchets les plus radioactifs. Les déchets radioactifs stockés à SFR sont des déchets de faible et moyenne activité provenant des centrales nucléaires suédoises. Cela inclut les filtres qui ont retenu des substances radioactives présentes dans l'eau du réacteur, des outils et des vêtements de protection. Mais il y a aussi les déchets radioactifs des hôpitaux, de la médecine vétérinaire, de la recherche et de l'industrie.

Des projets sont en cours (2018) pour étendre l'installation avec cinq ouvrages (« voûtes ») dans la roche, de 275 mètres de long et une voûte de 240 mètres, afin d'accueillir des déchets provenant du démantèlement des centrales nucléaires suédoises. Les nouvelles voûtes se situeront à environ 120 mètres sous le fond de la mer. Le SFR existant peut contenir environ 63 000 mètres cubes de déchets. Lorsqu'il sera complètement déployé, il aura une capacité d'environ 200 000 mètres cubes.

La mise à l'arrêt et la fermeture de SFR ne commenceront pas avant le milieu des années 2070.

Aux Etats-Unis :

Waste Isolation Pilot Plant (WIPP)

Centre de stockage en formation saline profonde situé dans le désert de Chihuahua, à environ sur la commune de Carlsbad, dans le sud-est du Nouveau-Mexique. Il accueille depuis 1999 des déchets de faible et moyenne activité d'origine militaire, comportant une part importante de transuraniens (« TRU waste »). Le stockage des déchets radioactifs est à plus de 650 mètres de profondeur dans des dômes de sel. Ce centre est encore en exploitation.

Les opérations de stockage devraient se poursuivre au-delà de 2050. La fermeture et la fermeture du site seront suivies d'une période de surveillance.

ANNEXE : GLOSSAIRE

Ce glossaire explicite les mots marqués d'un astérisque à chaque fois qu'ils apparaissent dans un chapitre de ce document.

Activité	C'est l'intensité du rayonnement radioactif émis par un élément. Elle se mesure en Becquerels*. Suivant son intensité, l'activité peut être qualifiée de faible (voire très faible), moyenne ou haute. Les déchets du centre de stockage de la Manche sont de faible et moyenne activité uniquement.
Alpha	Voir « Rayon alpha »
Areva	Société privée dont une branche exploitait une usine de retraitement située à proximité immédiate du centre de stockage de la Manche (voir Orano).
Becquerel (Bq)	Unité de mesure de la radioactivité. Elle correspond à la désintégration d'un atome par seconde. 1 GBq (Gigabecquerel) = 10^9 Bq 1 TBq (TeraBecquerel) = 10^{12} Bq
CEA	Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) est un organisme public de recherche scientifique français dans les domaines de l'énergie, de la défense, des technologies de l'information, des sciences de la matière, des sciences de la vie et de la santé, implanté sur dix sites en France ^[1] . Dénommé Commissariat à l'énergie atomique (CEA) à sa création en 1945, il a changé de nom en 2010 en élargissant son champ aux énergies alternatives.
Colis	Déchets radioactifs conditionnés et emballés
CSM	Acronyme de Centre de Stockage de la Manche
Demi-vie	(voir « Période radioactive »)
Géomembrane	Matière synthétique assurant une fonction d'étanchéité
Grès	Type de roche issue de l'agrégation de grains de sable
Isotope	Version d'un atome qui diffère légèrement par la composition de son noyau. Certains isotopes sont « instables », ce qui les rend radioactifs. Ce sont alors des radionucléides.
Marquage radioactif	Détection d'un radionucléide dans une quantité d'eau.
Monolithe	Ouvrage de stockage dans lequel les colis sont disposés dans des alvéoles de béton armé, puis les interstices recouverts par du béton.
Orano	Entreprise multinationale française du secteur de l'énergie, œuvrant principalement dans les métiers du nucléaire., qui exploite

	l'installation de traitement des combustibles usés de la Hague adjacente au Centre de Stockage de la Manche. Le nom Orano a été adopté en 2018, dans le cadre d'une restructuration industrielle. L'entreprise en charge de cette installation était antérieurement appelée AREVA.
Période radioactive	C'est le temps nécessaire pour que la moitié des atomes d'un isotope* radioactif (ou radionucléide*) se désintègrent naturellement. Le terme « demi-vie » est parfois utilisé comme synonyme de période radioactive.
Radionucléide	Isotope* radioactif d'un élément chimique. C'est un atome instable, c'est-à-dire qui se désintègre spontanément. Sa désintégration émet un rayonnement.
Radioprotection	La radioprotection est la protection contre les rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement.
Rayon alpha	Les rayons alpha sont une forme de rayonnement émis par des particules très radioactives. Peu pénétrants, les rayons alpha sont arrêtés par une simple feuille de papier mais ils ont souvent une durée de vie plus longue que les rayons bêta et gamma.
Rayon beta	Autre forme de rayonnement émise par des particules radioactives. Les rayons beta sont stoppés par une feuille d'aluminium ou par une vitre.
Rayon gamma	Les rayons gamma sont une forme de rayonnement lumineux non visible à haute énergie. Ils sont plus pénétrants que les rayonnements alpha et bêta mais ont une moindre intensité.
Schiste	Type de roche ayant tendance à se débiter en plaques fines.
Sievert (Sv)	Unité utilisée pour évaluer l'impact des rayonnements radioactifs sur l'homme. Ses sous- multiples sont très souvent utilisés : - 1 mSv (millisievert) = 10^{-3} Sv - 1 µSv (microsievert) = 10^{-6} Sv La limite réglementaire applicable à la date de rédaction du présent document fixe que la somme des doses de radioactivité reçues par le public ne doit pas dépasser 1 mSv/an hors exposition médicale ou naturelle.
Sources scellées	Source de radioactivité dont le conditionnement ou la structure empêche, en condition normale, toute dispersion des matières radioactives dans le milieu ambiant.
Tumulus (pluriel : tumulus/tumuli)	Ouvrage de stockage constitué d'un empilement de colis dont les interstices sont comblés par un gravier.



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Version 2019

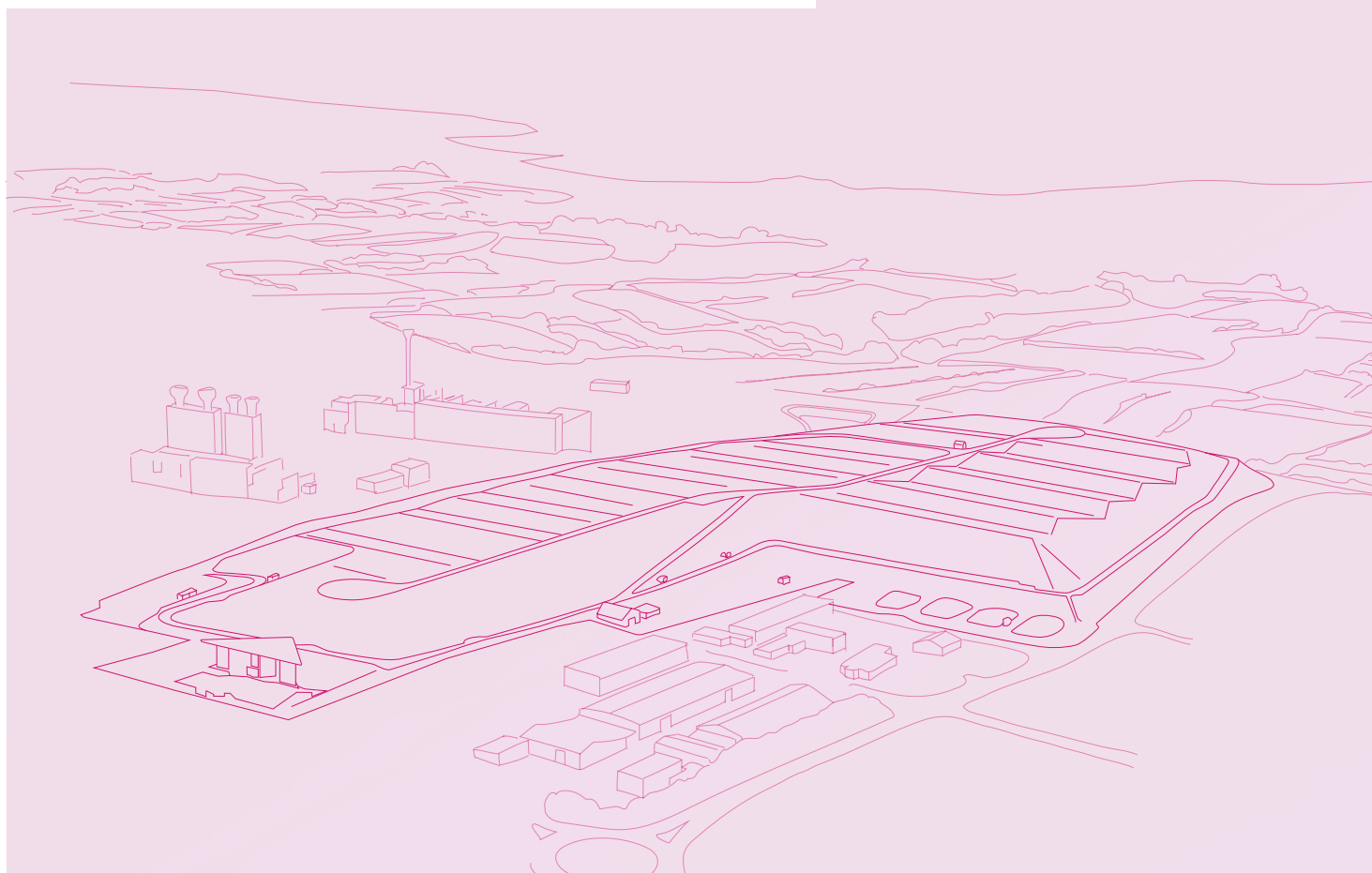
Dossier synthétique de mémoire
Centre de stockage de la Manche



Fiches repères

Mémoire du Centre de stockage de la Manche

Les fiches repères sont un des trois documents
du dossier synthétique de mémoire qui
comporte également l'ultra-synthèse
et le dossier d'informations clés



« HISTOIRE DU CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE »

1965 à nos jours (2018)



1. Préambule

Cette « Fiche repère » a été préparée par l'Andra, exploitant du Centre de stockage de la Manche (CSM), dans l'objectif de présenter aux générations futures, l'histoire de ce centre de stockage de déchets radioactifs classé « installation nucléaire de base n°66 ».

Situé à l'extrémité de la presqu'île du Cotentin, à une vingtaine de kilomètres au Nord-Ouest de Cherbourg-Octeville sur la commune de La Hague (commune déléguée de Digulleville), le Centre de stockage de la Manche (CSM) est le premier centre français de stockage en surface de déchets faiblement et moyennement radioactifs.

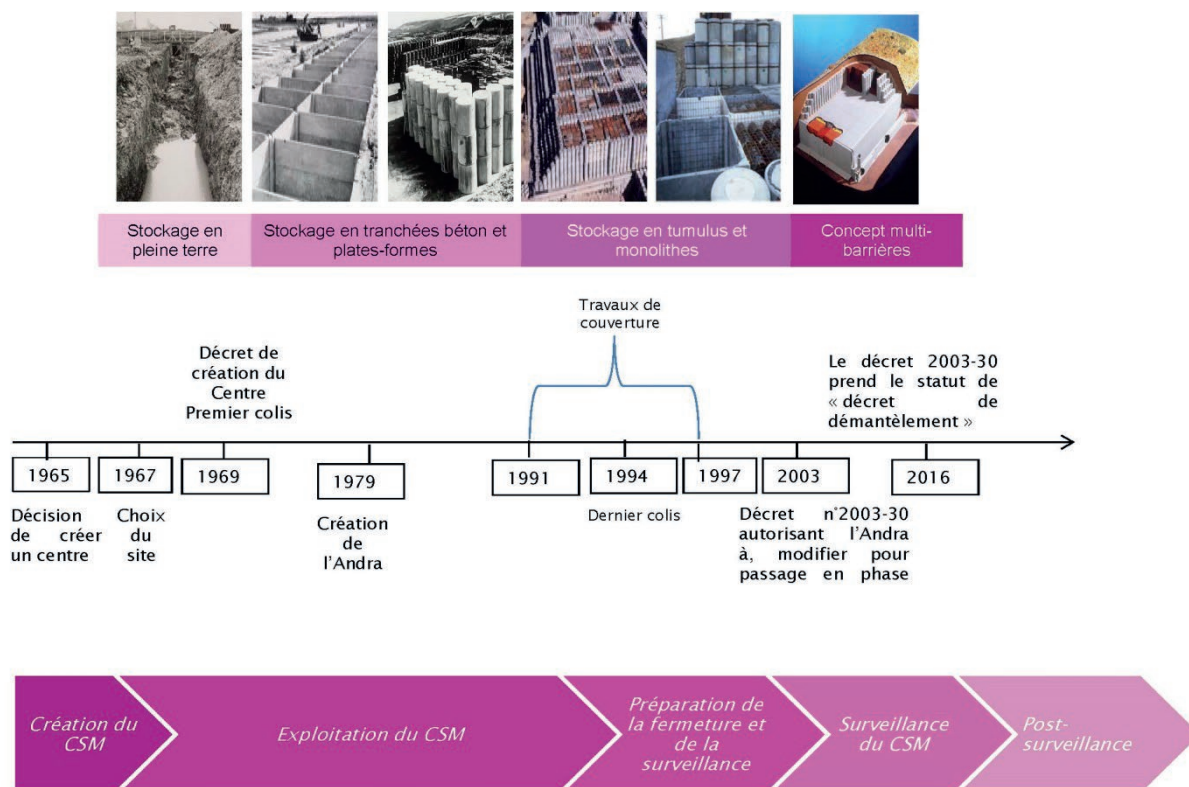
Il a été exploité pendant 25 ans, de 1969, année de réception du premier colis, à 1994, année de réception du dernier colis.

Ce centre est une première dans l'histoire du stockage de surface de déchets radioactifs en France. Il est l'aboutissement de 25 années de travail (réception et stockage de colis de déchets) durant lesquelles la gestion à long terme de ces déchets est devenue une activité à part entière. Des réflexions ont été menées, le cadre réglementaire s'est enrichi progressivement, des techniques ont été mises en œuvre pour voir se développer cette activité. Toute l'expérience acquise au Centre de stockage de la Manche a été mise au service du Centre de stockage de l'Aube (commune de Soulaines-Dhuys), qui a pris son relais en 1994.

« Le CSM en quelques chiffres clés »

- 1^{er} centre de stockage de déchets radioactifs en France
- 25 ans d'exploitation
- Surveillance du stockage et de son impact sur l'environnement prévue pendant environ 300 ans
- 14 hectares et 78 ares (surface occupée par le CSM)
- 527 225 m³ de déchets radioactifs
- 1 469 265 colis reçus
- Coordonnées GPS : latitude : 49,67° Nord, longitude : 1,86° Ouest

2. Frise chronologique



- L'histoire du CSM est divisée en 4 grandes périodes :
 - ✓ Création du site de 1965 à 1969
 - ✓ Exploitation de 1969 à 1994 (période de réception et de stockage des colis de déchets)
 - ✓ Préparation de la fermeture du stockage et du passage en surveillance :
 - entre 1991 – 1997 mise en place de la couverture
 - en 2003 : publication du décret n°2003-30 autorisant l'Andra à modifier, pour passage en phase de surveillance, le Centre de stockage de la Manche. Ce décret prévoit que l'exploitant surveille le stockage et son impact sur l'environnement et étudie l'intérêt d'une couverture plus pérenne.
 - en 2016, le décret n°2003-30 prend le statut de « décret de démantèlement » et l'Autorité de sûreté nucléaire, en charge de contrôler l'installation, demande à l'Andra de se prononcer d'une part sur le délai dans lequel sera déposé le dossier de demande d'autorisation de fermeture et de passage en phase de surveillance et d'autre part sur la durée de la phase de surveillance
 - ✓ Et dans le futur :
 - fin de la phase de fermeture : travaux de pérennisation de la couverture
 - phase de surveillance durant laquelle il est prévu que l'exploitant soit présent, surveille, maintienne, répare si besoin et adapte progressivement le système de gestion des eaux vers un fonctionnement entièrement passif. A la fin de cette phase, il est prévu que le stockage n'ait plus besoin d'aucune intervention humaine (fonctionnement entièrement passif, y compris des eaux)
 - phase de post-surveillance : l'exploitant ne sera plus présent. Des servitudes d'utilité publiques sont néanmoins envisagées.

3. Les grandes étapes

3.1 Genèse du CSM

Avec la création du Commissariat à l'Énergie Atomique, le CEA, après la seconde guerre mondiale, les centres de recherche nucléaire commencent à générer des déchets radioactifs en quantités importantes. Les avancées techniques et les réalisations sont telles que le CEA se trouve bientôt confronté au devenir des « déchets radioactifs » produits et qui sont entreposés sur les centres du CEA. La France participe ainsi, en 1967 et en 1969, à titre expérimental, à deux campagnes internationales d'immersion, puis renonce à cette pratique, jugée peu satisfaisante.

En 1965, la France prend la décision de créer un centre dédié spécifiquement au stockage de ces déchets.

Dès le début de l'année 1966, la société Infratome créée par le CEA et PEC-Engineering, chargée d'une mission d'étude en vue de définir les conditions administratives et techniques de ce futur stockage, a étudié plusieurs sites possibles dans le Nord Cotentin.

En 1967, le CEA, propriétaire de plus de 300 hectares sur lesquels est installée son usine de retraitement de combustibles de La Hague, remet une étude de géologie et d'hydrogéologie de ce secteur et prend alors la décision de mettre à la disposition d'Infratome un de ses terrains situé sur la commune de Digulleville (devenue commune déléguée de la commune de La Hague), dans le secteur où la nappe phréatique se trouvait à la plus grande profondeur par rapport au sol. Il s'agit d'un terrain en friches, hors enceinte de l'usine de retraitement, non clôturé. Le permis de construire est accordé en 1968 [1]. Le terrain est mis à disposition d'Infratome par le CEA, à la suite d'une convention en date du 16 octobre 1968. Il a une surface de 12 hectares, 13 ares et 77 centiares¹.

Le décret ministériel du 19 juin 1969 [2] officialise l'entrée en service du Centre de stockage de la Manche. Celui-ci a le statut réglementaire d'installation nucléaire de base (INB) et reçoit la dénomination « INB n°66 ».

3.2 Les premiers pas du métier de stockeur (1969-1979)

Tout est à concevoir. Les premiers temps d'exploitation sont une période de progrès continus où il a fallu analyser de près ce qui était fait, corriger les erreurs et en tirer les enseignements pour rapidement apporter les améliorations nécessaires.

3.2.1 Exploitation par Infratome pour le compte du CEA

Durant cette période, le centre est exploité, pour le compte du Commissariat à l'Énergie Atomique, par la société sous-traitante PEC-Infratome.

Le cadre de l'exploitation est défini dans ses grandes lignes par le décret d'autorisation de création du 19 juin 1969². Les conditions d'exploitation du stockage définitif évoluent au fur et à mesure de l'expérience acquise. Elles sont traduites sous forme de « spécifications techniques » qui précisent les exigences attendues vis-à-vis des propriétés des colis de déchets et des caractéristiques du stockage.

¹ Sur les parties Nord, Est et Sud, ce terrain était en retrait de quelques mètres par rapport à la limite de propriété du CEA. Depuis, pour améliorer les conditions d'exploitation du stockage puis pour réaliser l'actuelle couverture dans de bonnes conditions techniques, l'Andra a acheté des parcelles de terrain à COGEMA (devenue Orano). Actuellement, l'Andra est propriétaire de 14 hectares et 78 ares et 94 centiares

² L'exploitation de l'INB n°66 comprend en fait deux activités distinctes :

- Le stockage définitif de déchets radioactifs ;
- L'entreposage, appelé « stockage temporaire » de déchets radioactifs qui ont vocation à repartir ultérieurement sur un autre site, dans une filière de gestion adaptée à leur spécificité. Il s'agit notamment de déchets très irradiants, des déchets contenant des sulfates de plomb radifère ou d'affluents liquides.

Ces déchets ont effectivement été retirés dans le cadre des travaux de fermeture du stockage et de préparation du passage en phase de surveillance

3.2.2 Evolution des techniques de stockage

Tout au long de la phase d'exploitation, l'exploitant a cherché à améliorer le concept de stockage à chaque fois que c'était possible. Ainsi notamment, entre 1969 et 1979 :

- Les tranchées en pleine terre destinées aux déchets de faible activité généralement contenus en fûts ordinaires, autorisées par le décret du 19 juin 1969, ont été remplacées dès 1971 par des plateformes bitumées entourées d'un réseau de drainage sur lesquelles les fûts sont disposés par lots entre des rangées de colis conditionnés dans des blocs de béton. Une légère pente permet l'écoulement des eaux de ruissellement. L'ensemble, haut de 4 à 5 m, est recouvert de terre argileuse puis de terre engazonnée sur une épaisseur d'environ 1 m ;
- Les tranchées bétonnées, initialement constituées d'éléments préfabriqués, ont été remplacées avant 1977 par des monolithes de béton bitumés comportant des drains à la base et recouverts d'une dalle de béton.

Cette période 1969 – 1979 peut être considérée comme expérimentale vis-à-vis des techniques de stockage.

3.3 1979 : une activité industrielle à part entière avec la création de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs

Le gouvernement demande au CEA de créer en son sein une entité qui prendra sous sa responsabilité directe la gestion de tous ces déchets. L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs est ainsi créée en 1979. A cette époque l'Andra est donc partie intégrante du CEA.

La première mission assignée à l'Andra est de développer le système de stockage en surface des déchets de faible et moyenne activité. L'Agence prend en charge l'exploitation du Centre de stockage de la Manche. Elle pose rapidement quelques règles fondamentales pour sécuriser et rationaliser le stockage. Par exemple, les déchets doivent désormais être conditionnés dans des colis normalisés. De plus, elle construit un système de collecte pour contrôler et maîtriser les eaux sortant du stockage, ce qui permet de surveiller l'impact du Centre sur son environnement.

3.4 1984 – 1986 : formalisation de nouvelles exigences par le service central de sûreté des installations nucléaires

La période 1984 – 1986 marque une étape importante dans l'exploitation du stockage avec la parution des règles fondamentales de sûreté (RFS I.2 [3] et RFS III.2.e [4]) et des prescriptions techniques édictées par le service central de sûreté des installations nucléaires (qui deviendra par la suite l'Autorité de sûreté nucléaire). Suite à la parution de ces textes, l'exploitation du stockage a évolué vers une conception qui a pris encore davantage en compte la problématique des propriétés de confinement des colis de déchets, de protection des ouvrages contre l'eau, de la stabilité à long terme du stockage, ainsi que de l'archivage des informations.

Ainsi, cette période 1984 – 1986 marque une étape importante dans l'exploitation du stockage qui entre dans une phase « industrielle » avec des ouvrages appelés « tumulus » (empilement de colis dont les interstices sont comblés par un matériau de remplissage) et des ouvrages appelés « monolithes » (structures bétonnées monolithiques).

3.5 1991 : l'Andra devient indépendante du CEA

Avec la loi n°91-1381 du 30 décembre 1991 [5] relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, l'Andra prend le statut d'établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) placé sous la tutelle des ministres de l'industrie, de la recherche et de l'environnement. Cette loi rend l'Andra indépendante du CEA (et donc des producteurs de déchets radioactifs). Suite à ce changement, le décret du 24 mars 1995³ autorise formellement l'Andra (en tant qu'EPIC), et non plus le CEA, à exploiter le Centre de stockage de la Manche.

³ Décret du 24 mars 1995 autorisant l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs à exploiter le centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche, consultable au titre des textes législatifs.

3.6 Fermeture du stockage et préparation du passage en phase de surveillance

Dès 1991, l'Andra a initié la fermeture du stockage et la préparation du passage de la « phase d'exploitation » à la « phase de surveillance ». L'activité principale de l'exploitant demeure la surveillance du comportement du stockage et de son impact sur l'environnement (avec actions de maintenance et de réparation si nécessaire). Le Centre de stockage de la Manche fait l'objet d'examens décennaux (examens réglementaires faits tous les 10 ans, qui définissent un bilan de l'état du site et de son impact sur l'environnement) et qui donnent lieu à la rédaction d'un « rapport de sûreté ». A la date de rédaction de la présente fiche (2019), le dernier rapport de sûreté date de 2009. Il est appelé « RDS 2009 ».

3.6.1 1991 – 1997 Réalisation de la couverture et réaménagement des réseaux de gestion des eaux

Le dernier colis de déchets radioactifs est arrivé au Centre de stockage de la Manche le 30 juin 1994 achevant ainsi la phase d'exploitation. A cette date, quelques transformations notables ont été déjà réalisées afin de préparer le passage en phase de surveillance (préparation des travaux de couverture et d'aménagements de la collecte des eaux pluviales et des eaux récupérées à la base des ouvrages).

C'est à partir de 1991 que la réalisation de la couverture du stockage en trois tranches dénommées « Tranche 1 » (secteur Nord), « Tranche 2 » (secteur central) et « Tranche 3 » (secteur Sud) a débuté. Les travaux de tranche 3 ont subi un arrêt de quelques mois en 1996 à la demande de la « Commission Turpin » (cf. ci-après).

Les travaux de réalisation de la couverture se sont préalablement accompagnés de la modification des réseaux de collecte des eaux d'infiltration dans les ouvrages de stockage pour les relier à un réseau ceinturant le centre de stockage qui récupère tous ces « réseaux secondaires » et dans lequel l'écoulement est gravitaire vers l'angle Nord-Ouest du Centre. Actuellement, ces eaux sont dirigées vers l'installation de traitement des effluents d'Orano. Ce collecteur est placé dans une galerie en béton dont les dimensions permettent l'accès pour réaliser les opérations de surveillance (contrôle de l'étanchéité et mesure des volumes collectés notamment).

Le décret n°2003-30 a été publié le 10 janvier 2003 [8]. Il a autorisé l'Andra à modifier l'installation pour le passage en phase de surveillance. Dans ce décret, il est demandé à l'Andra de présenter « un rapport sur l'intérêt de mettre en place une couverture plus pérenne, permettant d'assurer, de façon passive, la sûreté à long terme du stockage ». Un premier document a été préparé en 2009, un second en 2015 ; les réflexions relatives à la conception d'une couverture pérenne sont toujours (en 2019) en cours.

3.6.2 1993 – 2003 Itérations pour préparer les dossiers réglementaires qui ont conduit au décret 2003-30 du 10 janvier 2003

Plusieurs itérations se sont avérées nécessaires entre 1993 et 1998 pour préparer les dossiers réglementaires qui ont servi de support à la demande d'autorisation de passage en phase de surveillance [6]. Notamment, à la demande du ministre de l'environnement de l'époque, une commission (dite « Commission Turpin ») a été nommée en 1996 pour évaluer la situation du Centre de stockage de la Manche. Cette commission a considéré qu'en fonctionnement normal, avec une surveillance active, le centre ne présentait pas de risque pour l'environnement et les populations. En décembre 1996, le gouvernement a repris à son compte les orientations de la Commission Turpin et a souhaité que l'Andra constitue un nouveau dossier de demande d'autorisation de passage en phase de surveillance prenant en compte les orientations formulées.

Ainsi, en 1998, l'Andra a présenté un nouveau dossier de demande d'autorisation de passage en phase de surveillance, accompagné d'un dossier de demande d'autorisation de rejets. Ces dossiers ont été soumis à enquête publique en 2000. La commission d'enquête publique a émis un avis favorable.

In fine, en 2003 ont été publiés :

- Le décret n°2003-30 du 10 janvier 2003⁴ autorisant l'Andra à modifier, pour passage en phase de surveillance, le Centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche
- L'arrêté du 10 janvier 2003⁵ autorisant l'Andra à poursuivre les rejets d'effluents gazeux et liquides pour l'exploitation du centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche ;
- Les prescriptions techniques relatives à la phase de surveillance de l'INB n°66 [7]

3.6.3 2016 – Evolution réglementaire qui conduit à acter que le CSM est en phase de « fermeture »

Depuis la parution du décret n°2016-846 du 28 juin 2016, le décret n°2003-30 du CSM « vaut décret de démantèlement » et le CSM est dans une phase appelée « phase de fermeture » (qui s'intercale entre la « phase d'exploitation » et la « phase de surveillance »). Ainsi, la « phase de surveillance » sera réglementairement actée lorsque le stockage sera considéré comme définitivement fermé. Ceci implique notamment que la couverture puisse être considérée comme suffisamment pérenne par l'Autorité de sûreté nucléaire.

4. Bibliographie et lien vers le Dossier détaillé de mémoire pour en savoir plus :

Pour en savoir plus, il est proposé au lecteur de se diriger vers le Dossier Détaillé de Mémoire (DDM) du CSM. Le DDM est actuellement conservé en deux endroits distincts : le CSM et les Archives nationales de France.

Le DDM est un corpus documentaire. Les documents sont classés dans une arborescence archivistique organisée autour d'un premier niveau chronologique, puis d'un deuxième niveau thématique.

[1] Permis de construire n°24.341 délivré le 9 juillet 1968 par le Ministère de l'équipement et du logement

[2] Décret du 19 juin 1969 autorisant le Commissariat à l'Energie atomique à apporter une modification aux installations du centre de La Hague par la création d'une installation pour le stockage de déchets radioactifs solides.

[3] Règle fondamentale de sûreté (RFS) n° I.2 relative aux objectifs de sûreté et bases de conception pour les centres de surface destinés au stockage à long terme de déchets radioactifs solides de période courte ou moyenne et de faible ou moyenne activité massique. Edition 1984

[4] Règle fondamentale de sûreté (RFS) n°III.2.e relative aux conditions préalables à l'agrément des colis de déchets solides enrobés destinés à être stockés en surface – Annexée à la lettre SIN Paris n°3948/86 du 31 octobre 1986.

[5] Loi n°91-1381 du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs consultable au titre des textes législatifs.

[6] Centre de Stockage de la Manche Demande d'autorisation de passage en phase de surveillance ANDRA SG/AJ/HG/SLR/DIR.391

[7] Prescriptions techniques relatives à la phase de surveillance de l'installation de stockage de déchets radioactifs dénommée centre de stockage de la Manche (INB n°66) – Annexées à la lettre ASN/DGSNR/SD3/0066/2003 du 3 février 2003

⁴ Décret n°2003-30 du 10 janvier 2003 autorisant l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) à modifier, pour passage en phase de surveillance, le centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche (installation nucléaire de base n°66), situé sur le territoire de la commune de Digulleville (Manche). Ce décret vaut décret de démantèlement, conformément à l'art. 15 du décret n°2016-846 du 28 juin 2016 relatif à la modification, à l'arrêt définitif et au démantèlement des installations nucléaires de base ainsi qu'à leur sous-traitance.

⁵ Arrêté du 10 janvier 2003 autorisant l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs à poursuivre les rejets d'effluents gazeux et liquides pour l'exploitation du centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche

« L'INVENTAIRE DES DECHETS STOCKES AU CSM ET SON EVOLUTION DANS LE TEMPS »

Cette « Fiche repère » a été préparée en 2019 par l'Andra, exploitant du Centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche (installation nucléaire de base n°66 - dite « CSM »), dans l'objectif d'informer les générations qui se succéderont au sujet de l'inventaire (radiologique et chimique) des colis de déchets radioactifs contenus dans ce stockage.

Les informations présentées ci-après répertorient l'inventaire total du CSM en 1994 (c'est-à-dire à la date de mise en stockage du dernier colis de déchets reçu) (cf. § 1) ainsi que :

- *L'évolution de cet inventaire au cours du temps (cf. § 2) ;*
- *La répartition de cet inventaire dans les différents ouvrages de stockage (cf. § 3).*

Cette fiche est partie intégrante du Dossier synthétique de mémoire (DSM) et répond à l'exigence réglementaire de l'article 42 du décret n°2007-1557 modifié par le décret n°2016-848 du 28 juin 2016.

1. L'inventaire total stocké sur le CSM – Année 1994

Les déchets radioactifs stockés sur le CSM représentent un volume de 527 225 m³, conditionnés dans des colis (fûts ou caissons métalliques ou coques en béton), eux-mêmes disposés dans des ouvrages (terme désignant une alvéole ou un compartiment de stockage). Les ouvrages sont répartis sur une surface de 12 hectares localisée sur le territoire de la commune de La Hague (commune déléguée de Digulleville).

Les colis de déchets contiennent :

- Des radionucléides (atomes dont les propriétés radioactives¹ conduisent notamment à faire évoluer l'inventaire au cours du temps) et,
- Des éléments chimiques toxiques (dont l'inventaire n'évolue pas dans le temps).

A titre d'illustration un schéma et une photo du stockage sont présentés ci-après :

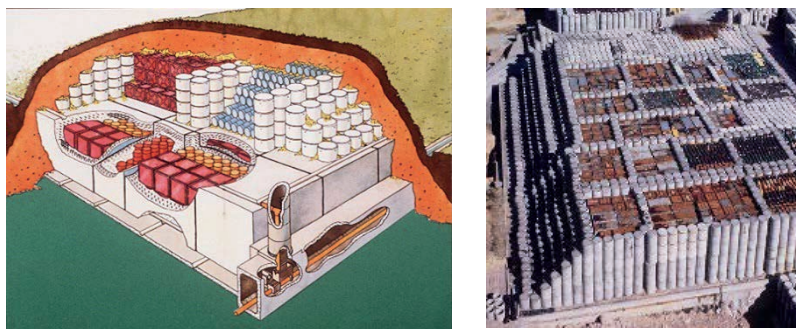


Figure 1 Schéma du stockage du CSM et photo prise pendant la phase d'exploitation. Les colis de déchets sont visibles sous la forme de fûts métalliques, de conteneurs métalliques et de coques en béton. Les colis sont regroupés en ouvrages

¹ La **radioactivité** est le phénomène physique par lequel des noyaux atomiques instables (dits radionucléides ou radioisotopes), se transforment spontanément en d'autres atomes (désintégration) en émettant des particules de matière (électrons - radioactivité dite Bêta, noyaux d'hélium - radioactivité dite alpha, neutrons, etc.) et de l'énergie (photons- radioactivité dite gamma, et énergie cinétique) et ce jusqu'à obtention d'un atome stable (chaîne de désintégration).

La terminologie retenue pour désigner un **radionucléide** est la suivante, explicitée avec le ³H (ou tritium) : « H » correspond à la notation de l'élément chimique « hydrogène » dans la table de Mendeleïev de classification périodique des éléments ; « 3 » correspond au nombre de masse (somme des protons et des neutrons du noyau de cet atome d'hydrogène radioactif)

1.1 Inventaire radiologique total stocké en 1994 :

L'inventaire radiologique total correspond à l'activité totale contenue dans le stockage – en Giga Becquerels (GBq – soit 10^9 Bq ou $1\text{E}+09$ Bq - sachant que 1 Becquerel correspond à une désintégration par seconde). Il est défini pour chacun des 42 radionucléides¹ qui ont été recensés dans l'inventaire du CSM.

Ces informations sont compilées dans le Tableau 1 ci-après. En complément, il est précisé, pour chacun des radionucléides, quelle est la période radioactive (en années)² et quels sont le (ou les) rayonnements principaux qu'il émet.

Remarque importante :

Ces données d'inventaire radiologique ont été établies à la date de juin 1994 (date de réception du dernier colis de déchets). Dans la forme actuelle de la présente fiche (*qui pourra être amenée à évoluer pendant la phase de fermeture de l'INB*), il a été fait le choix de ne pas tenir compte de la décroissance des radionucléides entre la date de mise en stockage³ des colis de déchets dans les différents ouvrages et juin 1994. L'activité donnée pour chaque radionucléide correspond donc au cumul de l'activité reçue au cours de l'exploitation du centre sans prise en compte de sa décroissance. Ces informations sont cohérentes avec ce qui est présenté dans le Rapport de sûreté de l'INB et dans le dossier de réexamen de sûreté de 2019.

Il est important de noter que cette approche conduit à surestimer les inventaires de certains radionucléides à vie courte tels que ^3H ou « tritium » (période 12,3 ans), ^{60}Co ou « cobalt 60 » (période 5,27 ans), ^{90}Sr ou « strontium 90 » (période 28,8 ans).

Radionucléides	Période radioactive (années) <i>Issues de Jeff 3.1.1 - Base de données en vigueur en 2019</i>	Activité totale stockée (GBq) au 30/06/1994
^3H	1,23E+01	1,27E+06
^{10}Be	1,60E+06	1,39E+00
^{14}C	5,70E+03	2,77E+05
^{36}Cl	3,01E+05	2,60E+03
^{41}Ca	1,03E+05	3,46E+01
^{59}Ni	7,60E+04	4,35E+04
^{60}Co	5,27E+00	1,49E+07
^{63}Ni	1,01E+02	5,42E+06
^{79}Se	3,77E+05	2,77E+01
^{90}Sr	2,88E+01	2,59E+06
^{93}Mo	4,00E+03	6,91E+00
^{93}Zr	1,53E+06	3,50E+02
^{94}Nb	2,00E+04	2,40E+03
^{99}Tc	2,14E+05	1,75E+03
^{107}Pd	6,50E+06	1,57E+01
$^{108\text{m}}\text{Ag}$	4,18E+02	6,93E+03

² La période radioactive, ou période d'un radionucléide, est le temps nécessaire pour que l'activité initiale du radionucléide soit divisée par deux. La période radioactive est aussi appelée demi-vie.

³ Les ouvrages ont été remplis au fur et à mesure des 25 années d'exploitation du stockage (entre 1969 et 1994)

Radionucléides	Période radioactive (années) <i>Issues de Jeff 3.1.1 - Base de données en vigueur en 2019</i>	Activité totale stockée (GBq) au 30/06/1994
^{121m} Sn	5,50E+01	1,39E+02
¹²⁶ Sn	2,30E+05	6,24E+01
¹²⁹ I	1,61E+07	4,27E+00
¹³⁵ Cs	2,30E+06	3,68E+02
¹³⁷ Cs	3,00E+01	1,13E+07
¹⁵¹ Sm	9,00E+01	6,35E+04
²²⁶ Ra	1,60E+03	9,08E+03
²²⁸ Ra	5,75E+00	3,23E+04
²³² Th	1,41E+10	1,11E+03
²³² U	6,98E+01	9,94E+01
²³³ U	1,59E+05	5,35E+00
²³⁴ U	2,46E+05	3,31E+03
²³⁵ U	7,04E+08	2,61E+02
²³⁶ U	2,37E+07	1,04E+01
²³⁸ U	4,47E+09	3,25E+03
²³⁷ Np	2,14E+06	1,20E+02
²³⁸ Pu	8,77E+01	9,11E+04
²³⁹ Pu	2,41E+04	2,17E+05
²⁴⁰ Pu	6,56E+03	4,42E+04
²⁴¹ Pu	1,43E+01	1,06E+07
²⁴² Pu	3,74E+05	1,24E+02
²⁴¹ Am	4,33E+02	3,80E+04
²⁴³ Am	7,36E+03	2,66E+02
²⁴² Cm	4,46E-01	8,48E+02
²⁴³ Cm	3,00E+01	2,55E+01
²⁴⁴ Cm	1,80E+01	2,15E+04

Tableau 1 Inventaire total par radionucléides contenus dans les déchets radioactifs stockés au Centre de stockage de la Manche – Evaluation à la date de juin 1994

1.2 Inventaire en toxiques chimiques :

Les colis de déchets radioactifs stockés sur le Centre peuvent en outre contenir des toxiques chimiques. L'inventaire en toxiques chimiques⁴ du CSM est défini en termes de masses (en kg) des éléments chimiques⁵ suivants qui ont été retenus comme présentant des propriétés toxiques : **bore** « B », **béryllium** « Be », **cadmium** « Cd », **chrome** « Cr » (Cr total et Cr VI), **mercure** « Hg », **nickel** « Ni », **plomb** (sous la forme du plomb métal « Pb » ou de sulfate de plomb « PbSO₄ ») et **uranium** « U ».

Ces informations sont compilées dans le Tableau 2 ci-après.

Inventaire total en toxiques chimiques stockés au CSM	
Toxique chimique	Masse (kg)
B	2,220E+05
Be	8,000E+00
Cd	1,530E+04
Cr	2,025E+03
Hg	8,790E+02
Ni	2,167E+04
Pb (métal)	1,742E+07
Pb (PbSO ₄)	2,297E+06
U	2,643E+05

Tableau 2 Inventaire total en éléments toxiques chimiques contenus dans les déchets radioactifs stockés au Centre de stockage de la Manche

Remarques :

L'inventaire présenté dans le Tableau 2 est celui qui a été recensé comme étant stocké sur le CSM en 1994. Contrairement aux radionucléides, l'inventaire des toxiques chimiques n'évolue pas au cours du temps.

Cet inventaire est lié uniquement aux colis de déchets et ne prend pas en compte les éléments toxiques pouvant potentiellement être présents dans les matériaux usuels constitutifs du stockage (ex : béton, graviers...).

2. L'évolution de l'inventaire radiologique au cours du temps :

De par le phénomène de désintégration radioactive (et de la loi dite de décroissance radioactive associée), l'inventaire radiologique (c'est-à-dire l'activité associée à chaque radionucléide) est amené à évoluer au cours du temps. Cette évolution est spécifique à chaque radionucléide, en fonction de sa période radioactive (cf. note de bas de page n°2).

Afin de permettre au lecteur de visualiser l'évolution de l'inventaire radiologique du CSM au cours du temps, il a été fait le choix de calculer les inventaires radiologiques à différentes dates et de les présenter sous forme de tableaux et sous forme de courbes (en choisissant quelques radionucléides d'intérêt).

⁴ La toxicité est la mesure de la capacité d'une substance chimique à provoquer des effets néfastes pour la santé ou la survie. Les éléments identifiés comme toxiques qui sont contenus dans les colis de déchets ont été recensés sous la classification appelée « toxiques chimiques ».

⁵ En termes d'écriture, tel que défini conventionnellement à la date de rédaction de la présente fiche, les éléments chimiques sont symbolisés par une association de 1 à 2 lettres (1 lettre majuscule suivie le cas échéant d'une lettre minuscule) définies par la table de classification périodique des éléments (Table de Mendeleïev). Par exemple « B » correspond au bore, Ni correspond au fer et Hg au mercure.

Ainsi, l'inventaire radiologique a été calculé aux dates suivantes :

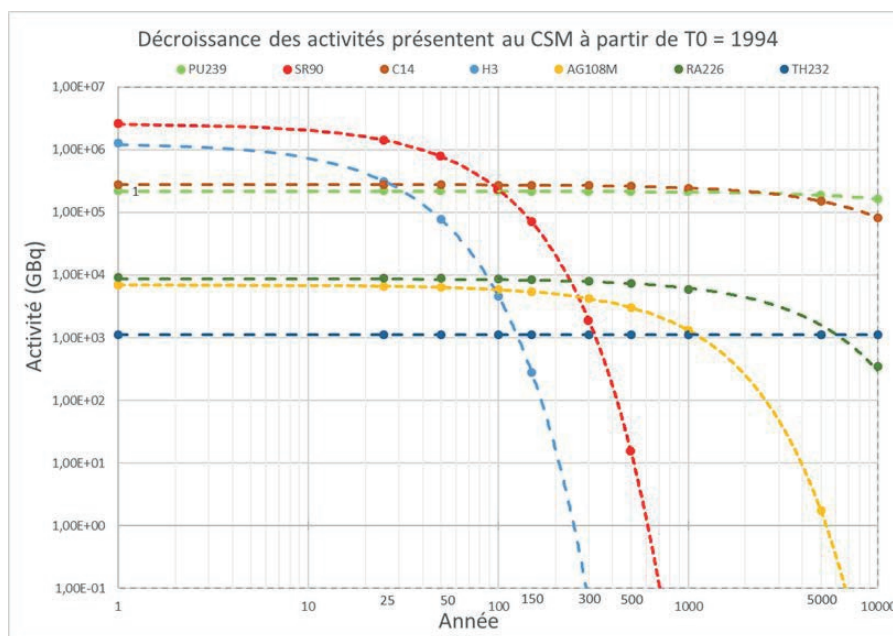
1994 (appelé « T0 »)
 2019 : T0 + 25 ans
 T0 + 50 ans
 T0 + 100 ans
 T0 + 150 ans
 T0 + 300 ans
 T0 + 500 ans
 T0 + 1000 ans
 T0 + 10 000 ans

Les résultats numériques sont présentés dans le Tableau 3 ci-après.

Quelques courbes sont présentées pour aider à une lecture plus visuelle. Elles sont représentées pour quelques radionucléides, choisis parmi ceux qui sont identifiés comme d'intérêt :

- ✓ ^3H , car ce radionucléide est présent dans l'aquifère à la date de rédaction de la fiche. Sa présence est notamment liée à un incident d'exploitation qui s'est produit en 1976 lors de la phase de remplissage de l'ouvrage TB2 – voir carte de localisation des ouvrages sur la Figure 2 ;
- ✓ ^{90}Sr , $^{108\text{m}}\text{Ag}$, et ^{14}C car ces radionucléides sont identifiés comme pouvant contribuer majoritairement à l'impact du stockage pendant les premiers 300 ans, en cas d'infiltration d'eau dans le stockage puis de transport de ces radionucléides à travers le stockage, puis vers les eaux souterraines et les ruisseaux (Sainte Hélène et/ou du Grand Bel et/ou Roteures). Durant cette période, appelée « phase de fermeture puis phase de surveillance », il est prévu que l'exploitant de l'installation soit présent et surveille le stockage, l'efficacité de la couverture et l'impact sur l'environnement;
- ✓ ^{239}Pu , ^{226}Ra et ^{232}Th car identifiés comme pouvant contribuer à l'impact du stockage aux échelles de temps lointaines (au-delà de 300 ans), période où l'exploitant ne devrait plus être présent pour assurer la surveillance du site et où il n'est plus exigé de la couverture qu'elle limite l'infiltration d'eau dans le stockage. L'impact de ces radionucléides pourrait résulter, soit d'un transport par l'eau d'infiltration à travers le stockage puis les eaux souterraines jusqu'aux ruisseaux (tel que décrit ci-avant), soit d'une exposition directe ou par voie atmosphérique (ingestion ou inhalation de poussières contaminées) en cas de mise à nu de colis de déchets ou d'intrusion dans le stockage.

Courbes d'évolution de l'inventaire en fonction du temps (à partir de 1994 – appelé « T0 ») :



Radionucléide	Activité en GBq									
	Inventaire total à T0 (1994)	Inventaires total (en GBq) aux différents pas de temps (années après T0)								
		T0 + 25	T0 + 50	T0 + 100	T0 + 150	T0 + 300	T0 + 500	T0 + 1000	T0 + 5000	T0 + 10 000
³ H	1,27E+06	3,13E+05	7,66E+04	4,61E+03	2,77E+02	6,04E-02	7,91E-07	4,91E-19		
¹⁰ Be	1,39E+00	1,39E+00	1,39E+00	1,39E+00	1,39E+00	1,39E+00	1,39E+00	1,39E+00	1,38E+00	1,38E+00
¹⁴ C	2,77E+05	2,76E+05	2,75E+05	2,74E+05	2,72E+05	2,67E+05	2,61E+05	2,45E+05	1,51E+05	8,22E+04
³⁶ Cl	2,60E+03	2,60E+03	2,60E+03	2,60E+03	2,60E+03	2,60E+03	2,60E+03	2,60E+03	2,57E+03	2,54E+03
⁴¹ Ca	3,46E+01	3,46E+01	3,46E+01	3,46E+01	3,46E+01	3,46E+01	3,45E+01	3,44E+01	3,35E+01	3,24E+01
⁵⁹ Ni	4,35E+04	4,34E+04	4,34E+04	4,34E+04	4,34E+04	4,33E+04	4,33E+04	4,31E+04	4,15E+04	3,97E+04
⁶⁰ Co	1,49E+07	5,57E+05	2,08E+04	2,90E+01	4,05E-02	1,10E-10	4,15E-22			
⁶³ Ni	5,42E+06	4,57E+06	3,84E+06	2,72E+06	1,93E+06	6,87E+05	1,73E+05	5,52E+03	5,92E-09	6,47E-24
⁷⁹ Se	2,77E+01	2,77E+01	2,77E+01	2,77E+01	2,77E+01	2,77E+01	2,77E+01	2,77E+01	2,75E+01	2,72E+01
⁹⁰ Sr	2,59E+06	1,42E+06	7,77E+05	2,33E+05	6,99E+04	1,89E+03	1,53E+01	9,06E-05		
^{93m} Nb	0,00E+00	2,29E+02	3,07E+02	3,42E+02	3,47E+02	3,47E+02	3,47E+02	3,46E+02	3,43E+02	3,41E+02
⁹³ Mo	6,91E+00	6,88E+00	6,85E+00	6,79E+00	6,73E+00	6,56E+00	6,34E+00	5,81E+00	2,91E+00	1,22E+00
⁹³ Zr	3,50E+02	3,50E+02	3,50E+02	3,50E+02	3,50E+02	3,50E+02	3,50E+02	3,50E+02	3,49E+02	3,48E+02
⁹⁴ Nb	2,40E+03	2,40E+03	2,39E+03	2,39E+03	2,38E+03	2,37E+03	2,36E+03	2,32E+03	2,02E+03	1,69E+03
⁹⁹ Tc	1,75E+03	1,75E+03	1,75E+03	1,75E+03	1,75E+03	1,75E+03	1,75E+03	1,75E+03	1,72E+03	1,70E+03
¹⁰⁷ Pd	1,57E+01	1,57E+01	1,57E+01	1,57E+01	1,57E+01	1,57E+01	1,57E+01	1,57E+01	1,57E+01	1,57E+01
^{108m} Ag	6,93E+03	6,65E+03	6,38E+03	5,87E+03	5,40E+03	4,21E+03	3,02E+03	1,32E+03	1,74E+00	4,36E-04
^{121m} Sn	1,39E+02	1,01E+02	7,38E+01	3,93E+01	2,09E+01	3,16E+00	2,54E-01	4,66E-04	5,97E-26	
¹²⁶ Sn	6,24E+01	6,23E+01	6,23E+01	6,23E+01	6,23E+01	6,23E+01	6,23E+01	6,22E+01	6,14E+01	6,05E+01
¹²⁹ I	4,27E+00	4,27E+00	4,27E+00	4,27E+00	4,27E+00	4,27E+00	4,27E+00	4,27E+00	4,27E+00	4,27E+00
¹³⁵ Cs	3,68E+02	3,68E+02	3,68E+02	3,68E+02	3,68E+02	3,68E+02	3,68E+02	3,68E+02	3,67E+02	3,67E+02
¹³⁷ Cs	1,13E+07	6,33E+06	3,55E+06	1,12E+06	3,54E+05	1,11E+04	1,10E+02	1,07E-03		
¹⁵¹ Sm	6,35E+04	5,24E+04	4,32E+04	2,94E+04	2,00E+04	6,30E+03	1,35E+03	2,87E+01	1,20E-12	2,27E-29
²¹⁰ Pb	0,00E+00	4,89E+03	7,08E+03	8,41E+03	8,54E+03	8,08E+03	7,42E+03	5,98E+03	1,14E+03	3,48E+02
²²⁶ Ra	9,08E+03	8,98E+03	8,89E+03	8,69E+03	8,51E+03	7,97E+03	7,31E+03	5,89E+03	1,13E+03	3,47E+02
²²⁷ Ac	0,00E+00	4,28E-02	1,38E-01	3,86E-01	6,55E-01	1,48E+00	2,58E+00	5,30E+00	2,61E+01	4,98E+01
²²⁸ Ra	3,23E+04	2,65E+03	1,19E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03
²²⁸ Th	0,00E+00	3,48E+03	1,29E+03	1,15E+03	1,14E+03	1,12E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03
²²⁹ Th	0,00E+00	1,26E-02	2,52E-02	5,05E-02	7,58E-02	1,52E-01	2,53E-01	5,10E-01	2,79E+00	6,06E+00
²³⁰ Th	0,00E+00	7,61E-01	1,52E+00	3,05E+00	4,58E+00	9,16E+00	1,53E+01	3,05E+01	1,50E+02	2,93E+02
²³¹ Pa	0,00E+00	1,38E-01	2,76E-01	5,52E-01	8,27E-01	1,65E+00	2,75E+00	5,47E+00	2,63E+01	5,00E+01
²³² Th	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03	1,11E+03
²³² U	9,94E+01	7,75E+01	6,05E+01	3,68E+01	2,24E+01	5,05E+00	6,93E-01	4,84E-03	2,72E-20	
²³³ U	5,35E+00	5,36E+00	5,37E+00	5,40E+00	5,43E+00	5,52E+00	5,65E+00	6,01E+00	9,29E+00	1,34E+01
²³⁴ U	3,31E+03	3,31E+03	3,32E+03	3,32E+03	3,33E+03	3,34E+03	3,34E+03	3,34E+03	3,34E+03	3,34E+03
²³⁵ U	2,61E+02	2,61E+02	2,61E+02	2,61E+02	2,61E+02	2,61E+02	2,61E+02	2,61E+02	2,62E+02	2,63E+02
²³⁶ U	1,04E+01	1,04E+01	1,04E+01	1,05E+01	1,06E+01	1,08E+01	1,10E+01	1,16E+01	1,54E+01	1,84E+01
²³⁷ Np	1,20E+02	1,21E+02	1,24E+02	1,30E+02	1,35E+02	1,49E+02	1,62E+02	1,82E+02	1,98E+02	1,98E+02
²³⁸ Pu	9,11E+04	7,48E+04	6,14E+04	4,13E+04	2,78E+04	8,51E+03	1,75E+03	3,36E+01	6,27E-13	4,31E-30
²³⁸ U	3,25E+03	3,25E+03	3,25E+03	3,25E+03	3,25E+03	3,25E+03	3,25E+03	3,25E+03	3,25E+03	3,25E+03
²³⁹ Pu	2,17E+05	2,17E+05	2,17E+05	2,17E+05	2,16E+05	2,16E+05	2,14E+05	2,11E+05	1,88E+05	1,63E+05
²⁴⁰ Pu	4,42E+04	4,41E+04	4,40E+04	4,38E+04	4,36E+04	4,29E+04	4,20E+04	3,98E+04	2,61E+04	1,54E+04
²⁴¹ Am	3,80E+04	2,77E+05	3,38E+05	3,39E+05	3,15E+05	2,48E+05	1,80E+05	8,08E+04	1,34E+02	4,45E-02
²⁴¹ Pu	1,06E+07	3,16E+06	9,44E+05	8,41E+04	7,49E+03	5,29E+00	3,33E-04	1,04E-14		
²⁴² Cm	8,48E+02	1,14E-14	1,54E-31							
²⁴² Pu	1,24E+02	1,24E+02	1,24E+02	1,24E+02	1,24E+02	1,24E+02	1,24E+02	1,24E+02	1,23E+02	1,22E+02
²⁴³ Am	2,66E+02	2,66E+02	2,65E+02	2,64E+02	2,63E+02	2,59E+02	2,54E+02	2,42E+02	1,66E+02	1,04E+02
²⁴³ Cm	2,55E+01	1,43E+01	8,04E+00	2,53E+00	7,98E-01	2,49E-02	2,45E-04	2,36E-09		
²⁴⁴ Cm	2,15E+04	8,20E+03	3,13E+03	4,56E+02	6,66E+01	2,06E-01	9,33E-05	4,06E-13		

Tableau 3 Présentation de l'évolution de l'inventaire radiologique à différents pas de temps calculés à partir de l'année 1994 (date de mise en stockage du dernier colis sur le CSM) : années 1994, 2019, 2044, 2094, 2144, 2294, 2494, 2994, 6994, 11994. Les lignes qui apparaissent en grisé correspondent aux radionucléides dont l'activité augmente avec le temps (car ils sont créés par filiation à partir de la désintégration de leurs radionucléides pères – leur inventaire initial dans les déchets était nul).

3. La répartition de l'inventaire dans les différents ouvrages de stockage

Le stockage est constitué de différents ouvrages qui ont été construits sur deux niveaux. Au total, il y a 104 ouvrages de stockage (cf. Figure 2).

L'inventaire total en radionucléides (évalué à la date de juin 1994) et en éléments chimiques toxiques (cf. § 1) est décliné pour chacun des 104 ouvrages, sous forme de tableaux en annexe ci-après. Ce sont ces informations qui ont servi de données d'entrée pour réaliser les évaluations d'impact présentées dans la « Fiche repère du dossier synthétique de mémoire » intitulée *« Comment identifier s'il y a des risques liés à la présence du stockage ? Eléments d'information issus de l'approche de sûreté »*.

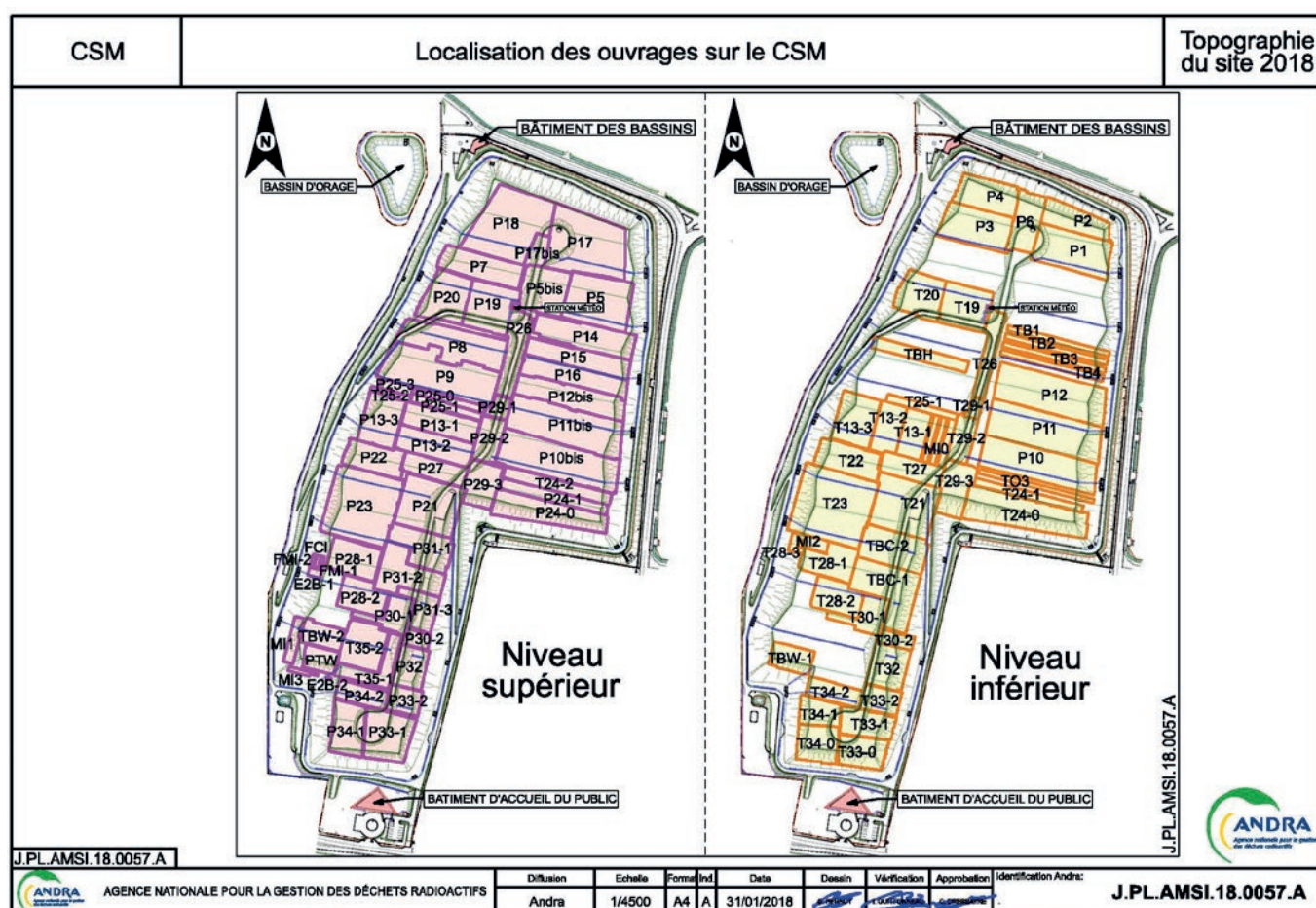


Figure 2 Localisation des ouvrages de stockage du Centre de stockage de la Manche.

4. Bibliographie et lien avec le Dossier détaillé de mémoire pour en savoir plus

Pour en savoir plus, il est proposé au lecteur de se diriger vers le Dossier Détaillé de Mémoire (DDM) du CSM. Le DDM est actuellement conservé en deux endroits distincts : le CSM et les archives nationales de France.

Le DDM est un corpus documentaire. Les documents sont classés dans une arborescence archivistique organisée autour d'un premier niveau chronologique, puis d'un deuxième niveau thématique.

Les informations relatives à l'inventaire peuvent être retrouvées dans l'arborescence au niveau :

- « Recherche DDM 1 » :
 - ✓ Premier niveau chronologique : Phase d'exploitation stockage (1969-1994)
 - ✓ Deuxième niveau thématique : Exploitation du centre → Inventaire

Un document pertinent à rechercher est le catalogue RP2 dans → Inventaire → inventaire radiologique → inventaire RP2 Cocas → document IFNTAGDI97018_A

- « Recherche DDM 2 »
 - ✓ Premier niveau chronologique : Phase de surveillance (1969-1994)
 - ✓ Deuxième niveau thématique : classification en cours
- Ou, de façon plus synthétique, le lecteur pourra trouver des informations dans les dossiers dits « Rapport de sûreté » (il s'agit de rapports décennaux réglementaires)

Nota : A la date de rédaction de la présente fiche, les données d'inventaire (radiologique et toxique) de chacun des colis de déchets stockés sont enregistrées, sur un support informatique, dans la base de données dénommée « COCAS – RP2 » qui est exploitée par l'Andra. L'Andra a prévu de maintenir l'exploitation de cette base de données tant que des installations de stockage de déchets seront en exploitation.

5. ANNEXE : INVENTAIRES STOCKES DANS CHACUN DES OUVRAGES

5.1 Répartition de l'inventaire radiologique par ouvrage de stockage

Les inventaires radiologiques stockés dans les 104 ouvrages du CSM sont présentés dans les pages 9 à 61 ci-après.

Ouvrage E2B-1	
Nucléide	Activité (GBq)
CS135	2,23E+01
CS137	6,38E+05
I129	2,23E-01
PD107	8,93E-01
SM151	3,83E+03
SR90	1,64E+05
TC99	1,02E+02

Ouvrage E2B-2	
Nucléide	Activité (GBq)
CS135	3,17E+00
CS137	9,05E+04
I129	3,17E-02
PD107	1,27E-01
SM151	5,43E+02
SR90	3,35E+04
TC99	1,45E+01

Ouvrage FCI	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,00E+02
AM241	2,91E+00
AM243	1,80E-02
BE10	4,01E-02
C14	1,00E+04
CA41	1,00E+00
CL36	2,00E-01
CM242	3,99E-01
CM244	3,01E+00
CO60	2,00E+05
CS135	1,28E-01
CS137	3,66E+03
I129	1,28E-03
MO93	2,00E-01
NB94	1,00E+02
NI59	2,00E+03
NI63	1,20E+05
PD107	5,13E-03
PU238	1,42E+00
PU239	8,27E-01
PU240	1,28E+00
PU241	1,65E+02
SE79	8,02E-01
SM151	2,20E+01
SN121M	4,01E+00
SN126	1,80E+00
SR90	1,90E+03
TC99	5,86E-01
ZR93	2,57E+00

Ouvrage FMI-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	5,40E-01
AM241	9,10E+01
AM243	6,65E-02
BE10	1,08E-04
C14	1,69E+02
CA41	2,70E-03
CL36	5,40E-04
CM242	5,96E-02
CM244	8,22E+00
CO60	2,55E+03
CS135	5,91E-02
CS137	7,80E+03
H3	1,65E+01
I129	7,32E-04
MO93	5,40E-04
NB94	2,25E-01
NI59	4,24E+00
NI63	2,79E+02
NP237	8,53E-04
PD107	3,80E-03
PU238	1,24E+00
PU239	1,74E+01
PU240	3,21E-02
PU241	7,54E+00
SE79	2,16E-03
SM151	1,06E+01
SN121M	1,08E-02
SN126	4,86E-03
SR90	5,87E+01

Ouvrage FMI-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,02E+00
AM241	1,21E+01
AM243	7,62E-01
BE10	2,03E-04
C14	2,26E+02
CA41	5,08E-03
CL36	2,93E-02
CM242	1,86E-02
CM244	1,12E+00
CO60	1,75E+03
CS135	8,25E-02
CS137	8,63E+03
H3	6,86E+02
I129	3,59E-03
MO93	1,02E-03
NB94	4,15E-01
NI59	7,99E+00
NI63	8,01E+02
NP237	5,70E-04
PD107	3,24E-03
PU238	1,80E+01
PU239	3,25E+00
PU240	9,52E-02
PU241	3,90E+01
PU242	2,02E+00
RA226	5,00E+01
RA228	5,07E+00
SE79	4,07E-03
SM151	1,47E+01
SN121M	2,030E-02
SN126	9,150E-03
SR90	6,780E+01
TC99	5,380E-01
TH232	9,526E-01
U232	1,998E+00
U233	4,070E+00
U234	6,070E-02
U235	4,061E+01
U238	4,220E-02
ZR93	7,890E-02

Ouvrage MIO	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	4,07E+00
AM241	3,39E+01
AM243	5,95E-05
BE10	8,15E-04
C14	1,24E+03
CA41	2,04E-02
CL36	3,91E-03
CM244	8,99E-05
CO60	1,23E+04
CS135	1,13E-01
CS137	5,73E+04
H3	6,49E+03
I129	2,41E-03
MO93	4,07E-03
NB94	1,26E+00
NI59	2,10E+01
NI63	1,89E+03
NP237	2,52E-02
PD107	1,75E-02
PU238	3,73E+01
PU239	2,10E+03
PU240	9,77E+01
PU241	6,66E+03
PU242	9,58E-03
SE79	1,63E-02
SM151	2,39E+01
SN121M	8,15E-02
SN126	3,67E-02
SR90	7,49E+02
TC99	1,05E+00
ZR93	1,94E-01

Ouvrage MI1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	4,57E+00
AM241	4,30E+02
AM243	1,38E+01
BE10	9,14E-04
C14	3,61E+03
CA41	2,29E-02
CL36	8,94E-03
CM242	2,49E-01
CM243	3,27E-02
CM244	1,09E+02
CO60	2,86E+04
CS135	7,59E-02
CS137	9,13E+04
H3	1,83E+04
I129	8,49E-04
MO93	4,57E-03
NB94	1,01E+00
NI59	1,36E+01
NI63	2,31E+03
NP237	3,27E-05
PD107	3,13E-03
PU238	2,02E+02
PU239	1,15E+02
PU240	7,11E+00
PU241	1,74E+03
PU242	9,21E-06
SE79	1,83E-02
SM151	1,31E+01
SN121M	9,14E-02
SN126	4,115E-02
SR90	1,262E+03
TC99	3,557E-01
U234	2,926E-01
U235	1,196E-02
U236	1,332E-04
U238	3,210E-01
ZR93	2,029E-01

Ouvrage MI2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,12E+00
AM241	5,08E+00
BE10	2,24E-04
C14	2,05E+02
CA41	5,60E-03
CL36	2,97E-02
CM242	3,97E-01
CM244	2,30E+00
CO60	1,54E+03
CS135	6,09E-02
CS137	6,48E+03
H3	1,76E+03
I129	3,39E-03
MO93	1,12E-03
NB94	5,18E-01
NI59	1,02E+01
NI63	7,95E+02
NP237	5,72E-04
PD107	2,38E-03
PU238	1,19E+01
PU239	1,85E+00
PU240	2,90E-01
PU241	7,21E+01
SE79	4,48E-03
SM151	1,10E+01
SN121M	2,24E-02
SN126	1,01E-02
SR90	7,82E+01
TC99	4,40E-01
ZR93	6,61E-02

Ouvrage MI3	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	5,75E+00
AM241	3,53E+01
AM243	6,60E-02
BE10	1,15E-03
C14	2,87E+02
CA41	2,88E-02
CL36	1,04E-02
CM242	2,39E+00
CM244	5,46E+00
CO60	5,75E+03
CS135	1,03E-01
CS137	3,36E+03
H3	1,16E+02
I129	1,48E-03
MO93	5,75E-03
NB94	2,87E+00
NI59	5,73E+01
NI63	3,47E+03
NP237	9,16E-05
PD107	4,11E-03
PU238	9,01E+01
PU239	8,16E+00
PU240	1,05E+01
PU241	3,08E+02
PU242	-4,34E-03
SE79	2,30E-02
SM151	1,77E+01
SN121M	1,15E-01
SN126	5,18E-02
SR90	6,800E+02
TC99	4,970E-01

Ouvrage P1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,55E+01
AM241	3,55E-01
BE10	5,09E-03
C14	1,16E+03
CA41	1,27E-01
CL36	2,55E-02
CO60	2,58E+04
CS135	8,27E-01
CS137	2,43E+04
H3	3,43E+02
I129	8,33E-03
MO93	2,55E-02
NB94	1,15E+01
NI59	2,23E+02
NI63	1,41E+04
NP237	8,71E-04
PD107	3,37E-02
PU238	8,53E+03
PU239	1,15E+04
PU240	5,38E+02
PU241	7,60E+05
RA226	2,07E+02
SE79	1,02E-01
SM151	1,42E+02
SN121M	5,09E-01
SN126	2,29E-01
SR90	1,54E+04
TC99	3,81E+00
TH232	1,65E+02
U234	1,31E+01
U235	5,91E-01

Ouvrage P10	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	5,84E+02
AM241	1,10E+01
BE10	1,17E-01
C14	2,92E+04
CA41	2,92E+00
CL36	5,84E-01
CO60	5,84E+05
CS135	3,69E+01
CS137	1,05E+06
H3	1,59E+04
I129	3,69E-01
MO93	5,84E-01
NB94	2,92E+02
NI59	5,84E+03
NI63	3,51E+05
PD107	1,47E+00
PU238	5,30E-02
PU239	7,61E+02
PU240	9,41E-02
SE79	2,34E+00
SM151	6,32E+03
SN121M	1,17E+01
SN126	5,26E+00
SR90	9,89E+03
TC99	1,68E+02
ZR93	5,03E+01

Ouvrage P10bis	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	7,49E+02
AM241	3,34E+02
AM243	1,86E-03
BE10	1,50E-01
C14	3,73E+04
CA41	3,75E+00
CL36	7,85E-01
CM242	4,49E-01
CM243	1,93E-04
CM244	1,11E+00
CO60	7,49E+05
CS135	3,36E+01
CS137	9,63E+05
H3	2,43E+04
I129	3,40E-01
MO93	7,49E-01
NB94	3,72E+02
NI59	7,42E+03
NI63	4,50E+05
NP237	9,79E-03
PD107	1,35E+00
PU238	9,14E+02
PU239	7,92E+03
PU240	1,33E+03
PU241	1,62E+05
PU242	1,73E-01

Ouvrage P11	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	6,08E+02
AM241	2,27E-01
BE10	1,22E-01
C14	3,02E+04
CA41	3,04E+00
CL36	6,08E-01
CO60	6,08E+05
CS135	3,53E+01
CS137	1,01E+06
H3	1,45E+04
I129	3,53E-01
MO93	6,08E-01
NB94	3,02E+02
NI59	6,03E+03
NI63	3,63E+05
NP237	1,29E-03
PD107	1,41E+00
PU238	2,68E+00
PU239	4,09E+02
PU240	4,91E-01
PU241	1,26E+03
SE79	2,43E+00
SM151	6,05E+03
SN121M	1,22E+01
SN126	5,47E+00
SR90	1,14E+04
TC99	1,61E+02
ZR93	5,04E+01

Ouvrage P11bis	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,94E+01
AM241	4,09E+02
AM243	9,34E-03
BE10	6,07E-03
C14	1,33E+03
CA41	1,52E-01
CL36	5,92E-02
CM242	6,79E-04
CM243	9,35E-05
CM244	4,39E-02
CO60	2,93E+04
CS135	1,18E+00
CS137	3,57E+04
H3	4,54E+03
I129	1,52E-02
MO93	2,94E-02
NB94	1,30E+01
NI59	2,45E+02
NI63	1,86E+04
NP237	3,51E-03
PD107	5,37E-02
PU238	1,51E+03
PU239	1,42E+04
PU240	2,09E+03
PU241	2,32E+05
PU242	5,61E-01
RA226	3,74E+02
RA228	2,21E+03

Ouvrage P12	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,12E+02
AM241	1,55E-01
AM243	3,77E-03
BE10	6,23E-02
C14	1,55E+04
CA41	1,56E+00
CL36	3,13E-01
CM242	3,69E-01
CM244	2,07E+00
CO60	3,12E+05
CS135	1,17E+01
CS137	3,34E+05
H3	1,18E+04
I129	1,17E-01
MO93	3,12E-01
NB94	1,55E+02
NI59	3,09E+03
NI63	1,86E+05
NP237	9,07E-04
PD107	4,67E-01
PU238	1,88E+00
PU239	5,08E+02
PU240	3,44E-01
PU241	9,00E+01
RA226	4,03E+01
SE79	1,25E+00
SM151	2,00E+03
SN121M	6,23E+00
SN126	2,81E+00
SR90	1,130E+04
TC99	5,340E+01
TH232	1,073E-01
U234	7,385E-01
U235	7,074E-01
U238	7,385E-01
ZR93	2,220E+01

Ouvrage P12bis	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,46E+01
AM241	1,64E+02
AM243	3,69E-07
BE10	2,91E-03
C14	6,30E+02
CA41	7,28E-02
CL36	2,52E-02
CM242	5,24E+00
CM244	1,37E+01
CO60	1,46E+04
CS135	2,06E+00
CS137	6,02E+04
H3	9,49E+02
I129	2,21E-02
MO93	1,46E-02
NB94	5,91E+00
NI59	1,11E+02
NI63	8,38E+03
NP237	2,05E-03
PD107	8,70E-02
PU238	1,25E+03
PU239	4,54E+03
PU240	1,85E+03
PU241	1,60E+05
PU242	8,36E-01
RA226	1,42E+02
RA228	8,56E+02
SE79	5,83E-02
SM151	3,54E+02
SN121M	2,91E-01
SN126	1,31E-01
SR90	1,88E+04
TC99	9,66E+00
TH232	6,95E+00
U232	5,40E-04
U234	1,69E+02

Ouvrage P13-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	8,85E+01
AM241	3,89E+02
AM243	1,73E+00
BE10	1,77E-02
C14	1,63E+03
CA41	4,42E-01
CL36	6,33E+00
CM242	1,16E+01
CM244	1,61E+02
CO60	1,03E+05
CS135	9,70E-01
CS137	3,20E+04
H3	1,94E+03
I129	1,40E-02
MO93	8,84E-02
NB94	1,11E+01
NI59	1,01E+02
NI63	1,15E+05
NP237	2,97E+00
PD107	3,93E-02
PU238	3,96E+02
PU239	1,42E+03
PU240	4,24E+02
PU241	2,35E+04
PU242	1,81E-01
RA226	3,78E-01
SE79	3,54E-01
SM151	1,67E+02
SN121M	1,77E+00
SN126	7,962E-01
SR90	1,779E+04
TC99	4,707E+00
TH232	3,217E-02
U232	7,794E-02
U233	9,600E-02
U234	1,828E+01
U235	6,928E-01
U236	7,156E-01
U238	1,814E+01
ZR93	6,332E-01

Ouvrage P13-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,26E+02
AM241	9,43E+02
AM243	3,63E+00
BE10	2,51E-02
C14	2,43E+03
CA41	6,28E-01
CL36	3,19E+01
CM242	3,23E+01
CM244	3,40E+02
CO60	1,67E+05
CS135	2,81E+00
CS137	9,21E+04
H3	5,11E+03
I129	4,06E-02
MO93	1,25E-01
NB94	1,57E+01
NI59	1,35E+02
NI63	1,57E+05
NP237	1,04E+00
PD107	1,13E-01
PU238	8,80E+02
PU239	2,41E+03
PU240	8,54E+02
PU241	5,93E+04
PU242	2,53E+00
RA226	3,13E-01
SE79	5,02E-01
SM151	4,85E+02
SN121M	2,51E+00
SN126	1,13E+00
SR90	4,87E+04
TC99	1,36E+01
U232	3,76E-03
U233	1,90E-04
U234	4,02E+00
U235	1,38E+00
U236	6,90E-02
U238	1,02E+01
ZR93	1,25E+00

Ouvrage P13-3	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,31E+01
AM241	7,64E+01
AM243	9,47E-02
BE10	6,63E-03
C14	6,12E+02
CA41	1,66E-01
CL36	1,58E-01
CM242	1,17E+01
CM244	2,38E+01
CO60	7,06E+06
CS135	2,22E-01
CS137	2,04E+04
H3	9,23E+02
I129	1,71E-02
MO93	3,31E-02
NB94	4,39E+00
NI59	4,13E+01
NI63	3,86E+04
NP237	7,74E-01
PD107	1,16E-02
PU238	2,00E+02
PU239	1,27E+03
PU240	2,93E+02
PU241	1,90E+04
PU242	1,35E-01
RA226	1,75E+00
SE79	1,33E-01
SM151	4,18E+01
SN121M	6,63E-01
SN126	2,983E-01
SR90	1,896E+03
TC99	1,985E+00
TH232	2,966E-02
U233	1,100E-04
U234	2,337E+01
U235	1,368E+00
U236	1,279E-01
U238	1,793E+01
ZR93	3,778E-01

Ouvrage P14	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,46E+01
AM241	1,82E+01
BE10	2,92E-03
C14	4,16E+03
CA41	7,31E-02
CL36	4,82E+02
CM242	3,12E-02
CM244	8,13E-02
CO60	1,46E+04
CS135	6,38E-01
CS137	3,00E+04
H3	6,30E+04
I129	1,89E-02
MO93	1,15E-02
NB94	3,48E+00
NI59	4,58E+01
NI63	8,76E+03
NP237	1,14E-02
PD107	2,82E-02
PU238	3,12E+02
PU239	1,86E+03
PU240	4,87E+02
PU241	5,60E+04
PU242	2,28E-01
RA226	8,38E+01
RA228	4,76E+02
SE79	5,85E-02
SM151	1,13E+02
SN121M	2,92E-01
SN126	1,32E-01
SR90	6,67E+03
TC99	3,75E+00
TH232	4,09E+00
U234	1,31E+01
U235	7,31E-01
U238	1,31E+01
ZR93	5,06E-01

Ouvrage P15	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,43E+02
AM241	7,31E+01
AM243	5,33E-04
BE10	2,86E-02
C14	7,13E+03
CA41	7,16E-01
CL36	1,61E-01
CM242	2,86E+00
CM244	7,44E+00
CO60	1,43E+05
CS135	7,57E+00
CS137	2,18E+05
H3	1,87E+03
I129	7,74E-02
MO93	1,43E-01
NB94	7,08E+01
NI59	1,41E+03
NI63	8,53E+04
NP237	2,40E-03
PD107	3,03E-01
PU238	5,89E+02
PU239	4,40E+03
PU240	6,90E+02
PU241	8,38E+04
PU242	2,76E-01
RA226	8,33E+01
RA228	4,76E+02
SE79	5,72E-01
SM151	1,30E+03
SN121M	2,862E+00
SN126	1,288E+00
SR90	5,353E+03
TC99	3,472E+01
TH232	4,091E+00
U232	1,620E-03
U234	2,054E+01
U235	1,211E+00
U236	1,458E-02
U238	2,045E+01
ZR93	1,129E+01

Ouvrage P16	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,79E+01
AM241	2,30E+02
BE10	7,57E-03
C14	1,38E+03
CA41	1,89E-01
CL36	3,71E-01
CM242	5,77E+00
CM244	3,73E+01
CO60	3,79E+04
CS135	1,40E+00
CS137	4,82E+04
H3	6,70E+02
I129	2,27E-02
MO93	3,79E-02
NB94	1,36E+01
NI59	2,44E+02
NI63	1,89E+04
NP237	2,26E-02
PD107	6,29E-02
PU238	9,12E+02
PU239	3,60E+03
PU240	8,58E+02
PU241	1,07E+05
PU242	3,33E-01
RA226	6,67E+01
RA228	3,81E+02
SE79	1,51E-01
SM151	2,44E+02
SN121M	7,57E-01
SN126	3,41E-01
SR90	1,36E+04
TC99	7,15E+00
TH232	3,27E+00
U232	9,18E-03
U234	4,94E+01
U235	2,26E+00
U236	8,29E-02
U238	4,89E+01
ZR93	1,32E+00

Ouvrage P17	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,44E+01
AM241	2,58E+01
AM243	4,64E-03
BE10	6,87E-03
C14	1,08E+03
CA41	1,72E-01
CL36	5,73E-02
CM242	2,77E+00
CM244	6,92E+00
CO60	3,44E+04
CS135	4,07E-01
CS137	1,52E+04
H3	1,15E+03
I129	7,91E-03
MO93	3,44E-02
NB94	9,58E+00
NI59	1,60E+02
NI63	2,89E+04
NP237	1,02E-02
PD107	1,93E-02
PU238	3,55E+02
PU239	1,14E+03
PU240	2,71E+02
PU241	3,36E+04
PU242	1,20E-01
RA226	5,00E+01
RA228	2,85E+02
SE79	1,37E-01
SM151	7,15E+01
SN121M	6,870E-01
SN126	3,090E-01
SR90	4,240E+03
TC99	2,190E+00
TH232	1,320E+02
U234	6,580E+01
U235	1,080E+01
U236	2,110E-02
U238	6,630E+01
ZR93	1,090E+00

Ouvrage P17bis	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	4,56E+01
AM241	7,66E-01
AM243	1,33E-03
BE10	9,12E-03
C14	1,70E+03
CA41	2,28E-01
CL36	1,15E-01
CM244	2,00E-03
CO60	4,56E+04
CS135	1,62E+00
CS137	5,33E+04
H3	6,09E+02
I129	2,35E-02
MO93	4,56E-02
NB94	1,68E+01
NI59	3,05E+02
NI63	2,64E+04
NP237	6,63E-03
PD107	6,65E-02
PU238	1,34E+01
PU239	4,28E+01
PU240	6,51E+00
PU241	9,33E+02
PU242	1,55E-03
SE79	1,82E-01
SM151	2,80E+02
SN121M	9,12E-01
SN126	4,10E-01
SR90	1,91E+03
TC99	7,91E+00
U234	7,05E-01
U235	5,27E-02
U238	7,05E-01
ZR93	2,98E+00

Ouvrage P18	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	4,03E+01
AM241	1,64E+02
AM243	2,34E+00
BE10	8,06E-03
C14	1,32E+03
CA41	2,01E-01
CL36	1,33E-01
CM242	5,51E+00
CM244	1,79E+01
CO60	4,03E+04
CS135	1,09E+00
CS137	4,11E+04
H3	6,90E+02
I129	2,14E-02
MO93	4,03E-02
NB94	1,22E+01
NI59	2,10E+02
NI63	3,05E+04
NP237	1,32E-02
PD107	4,70E-02
PU238	5,04E+02
PU239	1,54E+03
PU240	1,56E+02
PU241	5,74E+04
PU242	2,24E-02
RA226	1,33E+02
RA228	4,19E+01
SE79	1,61E-01
SM151	1,90E+02
SN121M	8,060E-01
SN126	3,630E-01
SR90	1,360E+03
TC99	5,720E+00
TH232	8,860E+00
U234	1,200E+01
U235	2,660E+01
U238	1,200E+01
ZR93	2,000E+00

Ouvrage P19	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,50E+01
AM241	6,28E+02
AM243	2,61E-01
BE10	6,99E-03
C14	7,19E+02
CA41	1,75E-01
CL36	1,46E+01
CM242	3,45E+01
CM243	4,71E-03
CM244	8,01E+01
CO60	3,50E+04
CS135	5,78E-01
CS137	2,05E+04
H3	2,56E+03
I129	9,99E-03
MO93	3,49E-02
NB94	4,53E+00
NI59	3,98E+01
NI63	3,92E+04
NP237	3,80E-01
PD107	2,62E-02
PU238	6,14E+02
PU239	6,15E+02
PU240	5,31E+02
PU241	1,23E+04
PU242	3,87E-02
RA226	3,29E-07
SE79	1,40E-01
SM151	1,01E+02
SN121M	6,99E-01
SN126	3,15E-01
SR90	5,89E+03
TC99	3,00E+00
U232	1,85E-02
U234	3,49E+01
U235	8,07E-01
U236	1,55E-01
U238	3,34E+01

Ouvrage P2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	9,08E+00
AM241	1,78E-02
BE10	1,82E-03
C14	4,64E+02
CA41	4,54E-02
CL36	9,08E-03
CO60	9,09E+03
CS135	3,46E-01
CS137	9,90E+03
H3	3,22E+02
I129	3,48E-03
MO93	9,08E-03
NB94	4,40E+00
NI59	8,73E+01
NI63	5,31E+03
NP237	3,84E-05
PD107	1,40E-02
PU238	5,35E+03
PU239	9,66E+03
PU240	5,76E+02
PU241	5,79E+05
RA226	1,62E+02
RA228	1,59E+01
SE79	3,63E-02
SM151	5,94E+01
SN121M	1,82E-01
SN126	8,17E-02
SR90	5,74E+03
TC99	1,59E+00
TH232	5,030E+01
U234	1,920E+01
U235	8,630E-01
U238	1,920E+01
ZR93	6,510E-01

Ouvrage P20	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	7,44E+01
AM241	6,34E+02
AM243	2,70E-01
BE10	1,49E-02
C14	1,19E+03
CA41	3,72E-01
CL36	2,47E-01
CM242	9,25E+01
CM243	2,07E-03
CM244	1,66E+02
CO60	7,44E+04
CS135	4,66E-01
CS137	3,42E+04
H3	2,50E+03
I129	2,69E-02
MO93	7,44E-02
NB94	9,50E+00
NI59	7,52E+01
NI63	7,40E+04
NP237	2,88E-02
PD107	2,62E-02
PU238	1,59E+03
PU239	1,12E+03
PU240	9,56E+02
PU241	6,21E+04
PU242	1,09E-01
SE79	2,97E-01
SM151	8,68E+01
SN121M	1,49E+00
SN126	6,69E-01
SR90	5,22E+03
TC99	3,70E+00
U232	2,18E-02
U234	1,39E+01

Ouvrage P21	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	4,03E+01
AM241	1,03E+03
AM243	9,54E-01
BE10	8,06E-03
C14	1,37E+03
CA41	2,02E-01
CL36	7,02E+01
CM242	7,57E+01
CM244	1,20E+02
CO60	4,04E+04
CS135	1,12E+00
CS137	4,34E+04
H3	9,87E+03
I129	2,31E-02
MO93	3,99E-02
NB94	6,70E+00
NI59	7,84E+01
NI63	3,98E+04
NP237	4,57E-01
PD107	4,91E-02
PU238	1,61E+03
PU239	7,78E+03
PU240	2,36E+03
PU241	2,18E+05
PU242	9,15E-01
RA226	1,30E-02
SE79	1,61E-01
SM151	1,95E+02
SN121M	8,06E-01
SN126	3,628E-01
SR90	1,682E+04
TC99	5,966E+00
TH232	1,015E-01
U232	2,773E-03
U233	9,300E-04
U234	9,283E+00
U235	6,760E-01
U236	1,315E-01
U238	1,086E+01
ZR93	7,654E-01

Ouvrage P22	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,98E+01
AM241	6,70E+02
AM243	3,45E+00
BE10	3,96E-03
C14	3,72E+02
CA41	9,91E-02
CL36	5,05E-02
CM242	8,38E+00
CM244	2,42E+02
CO60	1,98E+04
CS135	1,58E+00
CS137	4,92E+04
H3	9,26E+02
I129	2,01E-02
MO93	1,98E-02
NB94	3,31E+00
NI59	3,69E+01
NI63	1,62E+04
NP237	1,28E-01
PD107	6,81E-02
PU238	3,80E+02
PU239	4,29E+03
PU240	1,12E+03
PU241	6,90E+04
PU242	1,73E-01
RA226	6,30E-02
SE79	7,93E-02
SM151	2,73E+02
SN121M	3,96E-01
SN126	1,78E-01
SR90	2,81E+04
TC99	7,64E+00
U232	1,23E-02
U233	7,10E-05
U234	7,66E+00
U235	2,87E-01
U236	1,44E-01
U238	9,59E+00
ZR93	5,22E-01

Ouvrage P23	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	9,04E+01
AM241	4,34E+02
AM243	3,70E-01
BE10	1,81E-02
C14	2,19E+03
CA41	4,52E-01
CL36	5,50E+01
CM242	7,91E+01
CM244	2,39E+02
CO60	9,05E+04
CS135	6,86E-01
CS137	4,46E+04
H3	9,34E+03
I129	3,33E-02
MO93	9,00E-02
NB94	1,37E+01
NI59	1,52E+02
NI63	1,03E+05
NP237	6,53E+01
PD107	3,04E-02
PU238	1,21E+03
PU239	2,16E+03
PU240	8,04E+02
PU241	1,54E+05
PU242	6,57E+01
RA226	1,80E-02
SE79	3,62E-01
SM151	1,24E+02
SN121M	1,81E+00
SN126	8,136E-01
SR90	5,550E+03
TC99	4,790E+00
TH232	6,541E-01
U232	6,534E+01
U233	7,400E-05
U234	8,426E+01
U235	4,810E+00
U236	8,481E-01
U238	6,950E+01
ZR93	1,191E+00

Ouvrage P24-0	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,17E+01
AM241	2,54E+01
AM243	1,77E-01
BE10	4,34E-03
C14	3,91E+02
CA41	1,09E-01
CL36	1,26E+00
CM242	6,34E+00
CM244	6,02E+00
CO60	2,17E+04
CS135	9,51E-02
CS137	9,67E+03
H3	3,10E+03
I129	8,33E-03
MO93	2,17E-02
NB94	3,10E+00
NI59	2,99E+01
NI63	2,14E+04
NP237	2,22E+00
PD107	3,87E-03
PU238	1,25E+02
PU239	1,24E+02
PU240	7,43E+01
PU241	9,31E+03
PU242	8,75E-02
RA226	7,84E-07
SE79	8,68E-02
SM151	1,78E+01
SN121M	4,34E-01
SN126	1,95E-01
SR90	1,03E+03
TC99	8,71E-01
TH232	4,23E-01
U232	2,57E-03
U234	1,69E+01
U235	7,22E-01
U236	1,51E-01
U238	1,36E+01
ZR93	3,91E-01

Ouvrage P24-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,23E+01
AM241	1,14E+01
AM243	1,84E-02
BE10	6,47E-03
C14	6,69E+02
CA41	1,62E-01
CL36	7,72E-02
CM242	1,55E+01
CM244	4,36E+00
CO60	3,24E+04
CS135	1,31E-01
CS137	1,06E+04
H3	4,15E+02
I129	8,38E-03
MO93	3,23E-02
NB94	4,08E+00
NI59	3,70E+01
NI63	4,02E+04
NP237	3,09E-01
PD107	5,27E-03
PU238	8,33E+01
PU239	1,19E+02
PU240	6,62E+01
PU241	5,70E+03
PU242	5,60E-02
RA226	6,40E-08
SE79	1,29E-01
SM151	2,38E+01
SN121M	6,47E-01
SN126	2,911E-01
SR90	1,516E+03
TC99	1,014E+00
TH232	2,069E-01
U232	1,377E-03
U233	1,100E-03
U234	3,270E+00
U235	1,602E-01
U236	3,385E-02
U238	5,557E+00
ZR93	2,666E-01

Ouvrage P25-0	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,68E+01
AM241	2,94E+01
AM243	4,44E-02
BE10	7,37E-03
C14	6,48E+02
CA41	1,84E-01
CL36	1,71E-02
CM242	4,97E-04
CM243	5,07E-04
CM244	1,09E+00
CO60	3,69E+04
CS135	1,51E-02
CS137	1,78E+03
H3	1,76E+02
I129	1,58E-03
MO93	3,68E-02
NB94	4,45E+00
NI59	3,93E+01
NI63	4,87E+04
NP237	7,81E-04
PD107	7,37E-04
PU238	2,02E+01
PU239	1,46E+01
PU240	1,32E+01
PU241	1,90E+03
PU242	2,04E-02
RA226	7,84E-02
SE79	1,47E-01
SM151	2,92E+00
SN121M	7,37E-01
SN126	3,32E-01
SR90	2,55E+02
TC99	1,58E-01
TH232	1,08E+00
U232	8,11E-03
U234	2,01E+00
U235	7,24E-02
U236	5,91E-02
U238	1,32E+00
ZR93	1,41E-01

Ouvrage P25-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,23E+02
AM241	9,89E+01
AM243	2,12E+00
BE10	2,46E-02
C14	2,19E+03
CA41	6,16E-01
CL36	2,87E-01
CM242	2,97E-01
CM243	1,20E+00
CM244	1,44E+02
CO60	1,23E+05
CS135	6,75E-01
CS137	4,73E+04
H3	8,75E+02
I129	3,64E-02
MO93	1,23E-01
NB94	1,49E+01
NI59	1,31E+02
NI63	1,61E+05
NP237	3,35E-01
PD107	5,46E-02
PU238	3,12E+02
PU239	6,63E+01
PU240	1,13E+02
PU241	1,48E+04
PU242	1,01E-02
RA226	4,91E-01
SE79	4,93E-01
SM151	1,31E+02
SN121M	2,464E+00
SN126	1,109E+00
SR90	6,406E+03
TC99	5,807E+00
TH232	1,361E-02
U232	8,616E-04
U234	5,141E-01
U235	1,800E-02
U236	1,290E-02
U238	3,926E-01
ZR93	5,386E-01

Ouvrage P25-3	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,24E+00
AM241	1,07E+01
AM243	9,07E-02
BE10	2,49E-04
C14	3,90E+02
CA41	6,22E-03
CL36	4,72E+01
CM242	6,19E-03
CM243	2,67E-04
CM244	8,18E+00
CO60	1,24E+03
CS135	2,45E-02
CS137	8,32E+02
H3	6,57E+03
I129	3,85E-04
MO93	9,37E-04
NB94	2,01E-01
NI59	1,42E+00
NI63	6,57E+02
NP237	3,91E-03
PD107	1,10E-03
PU238	1,33E+01
PU239	8,55E+00
PU240	9,37E+00
PU241	8,86E+02
PU242	4,40E-04
SE79	4,97E-03
SM151	4,27E+00
SN121M	2,49E-02
SN126	1,12E-02
SR90	3,97E+02
TC99	1,24E-01
U232	9,42E-03
U234	6,55E-01
U235	1,58E-02
U236	7,11E-02
U238	4,61E-01
ZR93	3,26E-02

Ouvrage P26	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	6,80E+01
AM241	2,30E+02
AM243	1,67E+00
BE10	1,36E-02
C14	1,23E+03
CA41	3,40E-01
CL36	9,09E-02
CM242	8,20E+00
CM244	1,70E+02
CO60	6,80E+04
CS135	6,55E-01
CS137	2,59E+04
H3	1,28E+03
I129	1,42E-02
MO93	6,80E-02
NB94	9,13E+00
NI59	8,66E+01
NI63	7,72E+04
NP237	2,70E-01
PD107	2,98E-02
PU238	3,55E+02
PU239	2,34E+02
PU240	1,50E+02
PU241	2,13E+04
PU242	4,63E-02
RA226	1,40E+00
SE79	2,72E-01
SM151	1,15E+02
SN121M	1,36E+00
SN126	6,117E-01
SR90	1,249E+04
TC99	3,568E+00
TH232	3,082E-02
U232	5,633E-02
U233	1,900E-04
U234	1,665E+01
U235	5,904E-01
U236	5,082E-01
U238	1,707E+01
ZR93	7,845E-01

Ouvrage P27	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	8,49E+01
AM241	2,45E+02
AM243	1,89E+00
BE10	1,70E-02
C14	3,49E+03
CA41	4,24E-01
CL36	1,39E+01
CM242	5,56E+01
CM243	1,10E+00
CM244	2,35E+02
CO60	8,49E+04
CS135	1,41E+00
CS137	4,53E+04
H3	3,41E+03
I129	1,95E-02
MO93	8,48E-02
NB94	3,23E+01
NI59	6,08E+02
NI63	6,73E+04
NP237	5,90E-02
PD107	5,66E-02
PU238	5,24E+02
PU239	5,18E+02
PU240	3,12E+02
PU241	3,08E+04
PU242	4,45E-01
RA226	6,16E-01
SE79	3,40E-01
SM151	2,42E+02
SN121M	1,70E+00
SN126	7,64E-01
SR90	1,40E+04
TC99	6,76E+00
TH232	1,64E-02
U232	1,16E-03
U234	1,47E+01
U235	7,01E-01
U236	3,74E-01
U238	1,41E+01
ZR93	3,25E+00

Ouvrage P28-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,09E+02
AM241	3,86E+03
AM243	4,28E+01
BE10	2,18E-02
C14	1,74E+03
CA41	5,45E-01
CL36	3,26E+01
CM242	4,04E-02
CM243	1,01E-01
CM244	3,25E+03
CO60	1,09E+05
CS135	1,99E+01
CS137	5,76E+05
H3	9,15E+03
I129	2,07E-01
MO93	1,09E-01
NB94	1,44E+01
NI59	8,91E+01
NI63	6,26E+04
NP237	8,86E-01
PD107	8,12E-01
PU238	6,22E+02
PU239	8,66E+02
PU240	4,40E+02
PU241	5,43E+04
PU242	1,33E+00
SE79	4,36E-01
SM151	3,42E+03
SN121M	2,18E+00
SN126	9,810E-01
SR90	3,428E+05
TC99	9,200E+01
U232	1,774E-02
U233	1,132E-02
U234	1,583E+00
U235	6,000E-02
U236	2,025E-01
U238	1,108E+00
ZR93	3,936E+00

Ouvrage P28-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,50E+02
AM241	1,06E+03
AM243	8,54E+00
BE10	3,00E-02
C14	2,56E+03
CA41	7,50E-01
CL36	7,19E+01
CM242	2,21E-03
CM243	1,28E+00
CM244	5,99E+02
CO60	1,50E+05
CS135	4,36E+00
CS137	1,44E+05
H3	1,10E+04
I129	6,40E-02
MO93	1,50E-01
NB94	1,94E+01
NI59	1,14E+02
NI63	8,63E+04
NP237	2,52E-01
PD107	1,76E-01
PU238	3,34E+02
PU239	5,66E+02
PU240	2,60E+02
PU241	2,57E+04
PU242	2,14E-01
RA226	1,50E+01
RA228	5,78E+00
SE79	6,00E-01
SM151	7,52E+02
SN121M	3,00E+00
SN126	1,35E+00
SR90	8,79E+04
TC99	2,12E+01
TH232	3,00E-05
U232	2,49E-03
U233	6,43E-02
U234	2,47E+00
U235	2,16E-01

Ouvrage P29-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	5,90E+01
AM241	1,27E+01
AM243	6,27E-02
BE10	1,18E-02
C14	9,40E+02
CA41	2,95E-01
CL36	4,24E-02
CM242	2,64E-03
CM243	1,40E-03
CM244	3,43E+00
CO60	5,90E+04
CS135	2,41E-02
CS137	2,88E+03
H3	3,33E+02
I129	2,57E-03
MO93	5,90E-02
NB94	7,32E+00
NI59	5,59E+01
NI63	6,08E+04
NP237	1,67E-02
PD107	1,14E-03
PU238	3,28E+01
PU239	1,81E+01
PU240	1,22E+01
PU241	1,66E+03
PU242	1,08E-02
RA226	3,79E-02
SE79	2,36E-01
SM151	4,64E+00
SN121M	1,179E+00
SN126	5,306E-01
SR90	7,425E+02
TC99	2,531E-01
U232	5,282E-03
U234	1,917E+00
U235	7,595E-02
U236	4,267E-02
U238	1,603E+00
ZR93	9,529E-01

Ouvrage P29-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,73E+02
AM241	1,48E+02
AM243	1,39E+00
BE10	3,47E-02
C14	3,05E+03
CA41	8,67E-01
CL36	1,54E-01
CM242	1,05E+01
CM243	2,84E-03
CM244	5,10E+01
CO60	1,79E+05
CS135	3,93E-01
CS137	2,39E+04
H3	8,10E+02
I129	1,74E-02
MO93	1,73E-01
NB94	2,13E+01
NI59	1,91E+02
NI63	2,26E+05
NP237	1,44E+00
PD107	1,57E-02
PU238	1,04E+02
PU239	1,66E+02
PU240	9,10E+01
PU241	6,86E+03
PU242	3,34E-02
RA226	1,23E-06
SE79	6,94E-01
SM151	7,00E+01
SN121M	3,47E+00
SN126	1,56E+00
SR90	6,12E+03
TC99	2,59E+00
U232	3,59E-02
U234	3,93E+00
U235	1,24E-01
U236	2,83E-01
U238	3,62E+00
ZR93	8,57E-01

Ouvrage P29-3	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,76E+01
AM241	2,24E+03
AM243	3,09E+01
BE10	3,53E-03
C14	2,03E+03
CA41	8,81E-02
CL36	2,14E+02
CM242	2,28E+00
CM243	1,22E+01
CM244	1,93E+03
CO60	4,52E+05
CS135	1,00E+01
CS137	2,87E+05
H3	3,71E+04
I129	1,01E-01
MO93	1,62E-02
NB94	3,50E+00
NI59	2,51E+01
NI63	7,51E+04
NP237	8,24E-01
PD107	4,00E-01
PU238	1,21E+03
PU239	4,39E+02
PU240	4,67E+02
PU241	7,11E+04
PU242	1,48E-01
RA226	1,86E-01
SE79	7,05E-02
SM151	1,71E+03
SN121M	3,525E-01
SN126	1,586E-01
SR90	1,992E+05
TC99	4,580E+01
U232	4,016E-02
U234	2,514E+00
U235	5,282E-02
U236	3,204E-01
U238	1,611E+00
ZR93	6,341E-01

Ouvrage P3	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	6,45E+00
AM241	6,06E+00
BE10	1,29E-03
C14	3,26E+02
CA41	3,23E-02
CL36	6,45E-03
CO60	6,45E+03
CS135	8,72E-01
CS137	2,49E+04
H3	3,27E+02
I129	8,74E-03
MO93	6,45E-03
NB94	2,99E+00
NI59	5,86E+01
NI63	3,64E+03
NP237	5,42E-04
PD107	3,51E-02
PU238	2,16E+03
PU239	5,60E+03
PU240	6,13E+02
PU241	2,51E+05
SE79	2,58E-02
SM151	1,50E+02
SN121M	1,29E-01
SN126	5,81E-02
SR90	8,62E+03
TC99	4,00E+00
U234	1,50E+01
U235	6,73E-01
U238	1,50E+01
ZR93	8,19E-01

Ouvrage P30-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	5,08E+01
AM241	1,65E+03
AM243	9,48E+00
BE10	1,02E-02
C14	7,16E+02
CA41	2,54E-01
CL36	1,16E-01
CM242	9,13E-01
CM243	3,18E-01
CM244	6,54E+02
CO60	5,08E+04
CS135	5,66E+00
CS137	1,70E+05
H3	1,86E+03
I129	6,50E-02
MO93	5,08E-02
NB94	6,42E+00
NI59	4,02E+01
NI63	3,69E+04
NP237	1,72E-01
PD107	2,26E-01
PU238	3,55E+02
PU239	1,16E+03
PU240	2,38E+02
PU241	2,64E+04
PU242	4,44E-01
RA226	1,75E-02
SE79	2,03E-01
SM151	9,71E+02
SN121M	1,015E+00
SN126	4,569E-01
SR90	1,124E+05
TC99	2,635E+01
U232	1,226E-02
U234	6,246E+01
U235	3,174E+00
U236	1,051E-01
U238	6,196E+01
ZR93	1,480E+00

Ouvrage P30-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,62E+01
AM241	4,16E+02
AM243	2,85E+00
BE10	3,24E-03
C14	2,46E+02
CA41	8,10E-02
CL36	1,07E-02
CM242	4,11E-01
CM243	2,27E-01
CM244	2,07E+02
CO60	1,62E+04
CS135	1,76E+00
CS137	5,07E+04
H3	4,08E+02
I129	1,80E-02
MO93	1,62E-02
NB94	2,02E+00
NI59	1,43E+01
NI63	1,49E+04
NP237	5,01E-02
PD107	7,04E-02
PU238	9,38E+01
PU239	1,56E+02
PU240	3,52E+01
PU241	6,87E+03
PU242	7,88E-02
SE79	6,48E-02
SM151	3,02E+02
SN121M	3,24E-01
SN126	1,46E-01
SR90	3,50E+04
TC99	8,07E+00
U232	1,07E-02
U234	8,66E+00
U235	4,19E-01
U236	9,48E-02
U238	8,18E+00
ZR93	3,43E-01

Ouvrage P31-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	7,76E+01
AM241	2,19E+03
AM243	2,32E-01
BE10	1,55E-02
C14	4,75E+03
CA41	3,88E-01
CL36	3,15E+02
CM242	1,61E-02
CM243	1,12E-02
CM244	5,00E+01
CO60	7,77E+04
CS135	1,10E+00
CS137	4,03E+04
H3	4,31E+04
I129	2,02E-02
MO93	7,56E-02
NB94	2,06E+01
NI59	3,40E+02
NI63	7,59E+04
NP237	7,31E-03
PD107	4,41E-02
PU238	7,98E+02
PU239	2,36E+03
PU240	1,29E+03
PU241	3,13E+04
PU242	1,44E+00
RA226	1,30E-02
SE79	3,10E-01
SM151	1,90E+02
SN121M	1,552E+00
SN126	6,984E-01
SR90	1,381E+04
TC99	5,573E+00
U232	2,731E-02
U234	1,735E+01
U235	6,734E-01
U236	2,995E-01
U238	1,635E+01
ZR93	1,951E+00

Ouvrage P31-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,19E+02
AM241	3,04E+02
AM243	1,10E+00
BE10	2,39E-02
C14	2,64E+03
CA41	5,96E-01
CL36	4,53E+01
CM242	4,98E+00
CM243	9,77E-02
CM244	1,17E+02
CO60	1,19E+05
CS135	7,78E-01
CS137	3,24E+04
H3	1,26E+04
I129	1,86E-02
MO93	1,19E-01
NB94	1,73E+01
NI59	1,88E+02
NI63	1,42E+05
NP237	3,63E-01
PD107	3,15E-02
PU238	3,28E+02
PU239	4,91E+02
PU240	2,76E+02
PU241	2,23E+04
PU242	1,51E+00
RA226	1,72E-06
SE79	4,77E-01
SM151	1,36E+02
SN121M	2,39E+00
SN126	1,07E+00
SR90	1,00E+04
TC99	4,21E+00
U232	7,43E-02
U234	1,85E+01
U235	6,54E-01
U236	1,39E+00
U238	1,17E+01
ZR93	1,16E+00

Ouvrage P31-3	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	7,77E+01
AM241	1,47E+03
AM243	1,21E+01
BE10	1,55E-02
C14	1,40E+03
CA41	3,88E-01
CL36	3,30E+01
CM242	8,72E-02
CM243	7,56E-01
CM244	7,92E+02
CO60	7,77E+04
CS135	7,30E+00
CS137	2,30E+05
H3	6,33E+03
I129	9,59E-02
MO93	7,75E-02
NB94	1,01E+01
NI59	6,80E+01
NI63	5,56E+04
NP237	2,81E-01
PD107	2,92E-01
PU238	3,13E+02
PU239	2,44E+02
PU240	1,76E+02
PU241	2,52E+04
PU242	1,83E+00
SE79	3,11E-01
SM151	1,26E+03
SN121M	1,55E+00
SN126	6,990E-01
SR90	1,448E+05
TC99	3,469E+01
U232	6,922E-03
U234	1,868E+00
U235	8,368E-02
U236	4,561E-02
U238	1,599E+00
ZR93	2,268E+00

Ouvrage P32	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,19E+00
AM241	2,47E+02
AM243	2,89E+00
BE10	4,39E-04
C14	6,56E+01
CA41	1,10E-02
CL36	2,02E-03
CM242	8,38E-05
CM244	2,07E+02
CO60	2,19E+03
CS135	1,34E+00
CS137	3,83E+04
H3	3,48E+02
I129	1,34E-02
MO93	2,19E-03
NB94	3,27E-01
NI59	2,38E+00
NI63	7,55E+02
NP237	4,97E-02
PD107	5,39E-02
PU238	7,34E+01
PU239	2,31E+01
PU240	2,10E+01
PU241	3,94E+03
PU242	6,26E-02
RA226	1,09E-01
RA228	3,57E-01
SE79	8,78E-03
SM151	2,30E+02
SN121M	4,39E-02
SN126	1,97E-02
SR90	2,67E+04
TC99	6,14E+00
U232	3,19E-03
U233	8,00E-04
U234	1,64E+01
U235	6,78E-01
U236	2,10E-02

Ouvrage P33-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,28E+01
AM241	1,68E+02
AM243	5,67E-03
BE10	6,56E-03
C14	7,29E+02
CA41	1,64E-01
CL36	1,71E+01
CM242	2,02E-02
CM244	5,75E-01
CO60	3,28E+04
CS135	1,69E+00
CS137	4,92E+04
H3	2,48E+03
I129	1,78E-02
MO93	3,27E-02
NB94	5,93E+00
NI59	6,20E+01
NI63	1,24E+04
NP237	2,74E-01
PD107	6,91E-02
PU238	1,44E+02
PU239	1,59E+02
PU240	5,85E+01
PU241	8,73E+03
PU242	6,66E-02
RA226	1,91E-02
RA228	6,24E-02
SE79	1,31E-01
SM151	2,91E+02
SN121M	6,564E-01
SN126	2,954E-01
SR90	2,603E+03
TC99	7,841E+00
TH232	1,100E-03
U232	5,084E-03
U233	1,100E+00
U234	1,384E+01
U235	6,372E-01
U236	3,506E-01
U238	7,691E+00
ZR93	1,337E+00

Ouvrage P33-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,02E+00
AM241	1,14E+01
AM243	5,20E-02
BE10	2,04E-04
C14	1,39E+01
CA41	5,09E-03
CL36	1,02E-03
CM242	8,80E-06
CM244	3,81E+00
CO60	1,02E+03
CS135	6,08E-02
CS137	1,74E+03
H3	2,16E+01
I129	6,11E-04
MO93	1,02E-03
NB94	1,56E-01
NI59	1,13E+00
NI63	2,57E+02
NP237	1,74E-03
PD107	2,47E-03
PU238	1,81E+01
PU239	2,93E+01
PU240	2,07E+01
PU241	1,45E+03
PU242	1,59E-02
RA226	2,40E-06
SE79	4,07E-03
SM151	1,04E+01
SN121M	2,04E-02
SN126	9,16E-03
SR90	8,08E+02
TC99	2,79E-01
TH232	3,00E-03
U232	1,48E-02
U234	9,56E-01
U235	2,84E-02
U236	8,11E-02
U238	5,78E-01
ZR93	5,50E-02

Ouvrage P34-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,63E-01
AM241	1,83E+01
AM243	2,29E-03
BE10	5,26E-05
C14	3,42E+00
CA41	1,31E-03
CL36	2,63E-04
CM242	9,06E-05
CM244	6,39E-01
CO60	2,63E+02
CS135	3,13E-03
CS137	9,18E+01
H3	5,34E-01
I129	3,39E-05
MO93	2,63E-04
NB94	3,91E-02
NI59	2,66E-01
NI63	6,54E+01
NP237	8,08E-05
PD107	1,52E-04
PU238	1,30E+02
PU239	3,17E+01
PU240	3,36E+01
PU241	4,52E+03
PU242	9,60E-02
SE79	1,05E-03
SM151	5,45E-01
SN121M	5,26E-03
SN126	2,37E-03
SR90	6,986E+01
TC99	1,538E-02
U232	2,604E-02
U234	7,256E-01
U235	1,040E-02
U236	1,534E-01
U238	2,002E-01
ZR93	1,405E-02

Ouvrage P34-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	4,18E-02
AM241	6,45E+02
AM243	3,14E+00
BE10	8,36E-06
C14	2,09E+00
CA41	2,09E-04
CL36	4,18E-05
CM243	2,51E+00
CM244	1,55E+02
CO60	4,18E+01
CS135	2,62E+00
CS137	7,48E+04
H3	4,49E+02
I129	2,62E-02
MO93	4,18E-05
NB94	2,09E-02
NI59	4,18E-01
NI63	2,51E+01
NP237	1,05E-01
PD107	1,05E-01
PU238	1,88E+02
PU239	8,27E+01
PU240	8,37E+01
PU241	1,44E+04
PU242	1,80E-01
SE79	1,67E-04
SM151	4,49E+02
SN121M	8,36E-04
SN126	3,76E-04
SR90	5,36E+04
TC99	1,20E+01
TH232	3,00E-06
U232	2,99E-03
U234	1,12E+00
U235	4,84E-02
U236	1,83E-01
U238	6,50E-01

Ouvrage P4	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,60E+00
AM241	6,26E-02
BE10	7,20E-04
C14	1,24E+02
CA41	1,80E-02
CL36	3,60E-03
CO60	3,60E+03
CS135	8,31E-01
CS137	2,38E+04
H3	1,68E+02
I129	8,33E-03
MO93	3,60E-03
NB94	1,10E+00
NI59	1,80E+01
NI63	1,46E+03
NP237	6,14E-04
PD107	3,35E-02
PU238	1,02E+03
PU239	1,85E+03
PU240	9,44E+01
PU241	9,32E+04
SE79	1,44E-02
SM151	1,43E+02
SN121M	7,20E-02
SN126	3,24E-02
SR90	4,46E+03
TC99	3,81E+00
U234	1,18E+01
U235	5,46E-01
U238	1,177E+01
ZR93	6,549E-01

Ouvrage P5	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,07E+02
AM241	1,67E+00
BE10	6,15E-02
C14	1,51E+04
CA41	1,54E+00
CL36	3,07E-01
CO60	3,07E+05
CS135	1,28E+01
CS137	3,66E+05
H3	1,11E+04
I129	1,28E-01
MO93	3,07E-01
NB94	1,51E+02
NI59	3,01E+03
NI63	1,82E+05
NP237	2,71E-03
PD107	5,14E-01
PU238	1,40E+03
PU239	6,95E+03
PU240	1,54E+02
PU241	1,26E+05
RA226	2,14E+02
RA228	1,22E+03
SE79	1,23E+00
SM151	2,20E+03
SN121M	6,15E+00
SN126	2,77E+00
SR90	3,58E+03
TC99	5,86E+01
TH232	1,05E+01
U234	6,20E+01

Ouvrage P5bis	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,33E+01
AM241	2,67E-04
BE10	6,66E-03
C14	1,66E+03
CA41	1,66E-01
CL36	3,33E-02
CO60	3,33E+04
CS135	2,96E+00
CS137	8,45E+04
H3	7,53E+03
I129	2,96E-02
MO93	3,33E-02
NB94	1,66E+01
NI59	3,33E+02
NI63	2,00E+04
NP237	1,23E-05
PD107	1,18E-01
PU238	3,20E-03
PU239	1,19E+02
PU240	5,87E-04
PU241	9,09E+02
SE79	1,33E-01
SM151	5,07E+02
SN121M	6,66E-01
SN126	3,00E-01
SR90	5,67E+01
TC99	1,35E+01
U234	2,04E+00
U235	9,16E-02
U238	2,040E+00
ZR93	3,350E+00

Ouvrage P6	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,08E+00
AM241	7,13E-03
BE10	6,16E-04
C14	1,48E+02
CA41	1,54E-02
CL36	3,08E-03
CO60	3,08E+03
CS135	3,70E-01
CS137	1,06E+04
H3	4,94E+01
I129	3,71E-03
MO93	3,08E-03
NB94	1,38E+00
NI59	2,66E+01
NI63	1,69E+03
NP237	2,44E-04
PD107	1,49E-02
PU238	7,52E-01
PU239	1,07E+03
PU240	8,94E+01
PU241	4,56E+03
RA226	1,30E+02
RA228	3,00E+02
SE79	1,23E-02
SM151	6,34E+01
SN121M	6,16E-02
SN126	2,77E-02
SR90	3,44E+02
TC99	1,69E+00
TH232	6,18E+01
U234	7,52E+02

Ouvrage P7	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,64E+02
AM241	1,92E+01
BE10	3,28E-02
C14	8,12E+03
CA41	8,21E-01
CL36	1,64E-01
CO60	1,64E+05
CS135	6,73E+00
CS137	1,92E+05
H3	2,75E+03
I129	6,73E-02
MO93	1,64E-01
NB94	8,12E+01
NI59	1,62E+03
NI63	9,76E+04
NP237	4,56E-04
PD107	2,69E-01
PU238	6,05E+02
PU239	2,90E+03
PU240	1,02E+02
PU241	5,15E+04
RA226	8,49E+01
RA228	4,85E+02
SE79	6,57E-01
SM151	1,15E+03
SN121M	3,28E+00
SN126	1,48E+00
SR90	1,66E+03
TC99	3,08E+01
TH232	4,167E+00
U234	1,858E+01
U235	7,503E+00
U238	1,858E+01
ZR93	1,206E+01

Ouvrage P8	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,59E+02
AM241	3,57E+01
BE10	3,18E-02
C14	7,90E+03
CA41	7,96E-01
CL36	1,70E-01
CM242	6,48E-01
CM244	1,68E+00
CO60	1,59E+05
CS135	1,25E+01
CS137	3,58E+05
H3	3,66E+04
I129	1,26E-01
MO93	1,59E-01
NB94	7,84E+01
NI59	1,56E+03
NI63	9,58E+04
NP237	3,93E-03
PD107	5,02E-01
PU238	7,16E+02
PU239	3,74E+03
PU240	7,47E+02
PU241	1,42E+05
PU242	3,01E-01
RA226	9,11E+01
RA228	8,53E+02
SE79	6,37E-01
SM151	2,14E+03
SN121M	3,18E+00
SN126	1,43E+00
SR90	6,57E+03
TC99	5,72E+01
TH232	4,47E+00
U234	1,61E+02

Ouvrage P9	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,81E+02
AM241	7,59E+01
AM243	4,70E-02
BE10	7,62E-02
C14	1,86E+04
CA41	1,90E+00
CL36	4,05E-01
CM242	4,99E+00
CM243	7,80E-04
CM244	5,60E-01
CO60	3,81E+05
CS135	1,62E+01
CS137	4,67E+05
H3	1,76E+04
I129	1,66E-01
MO93	3,81E-01
NB94	1,85E+02
NI59	3,69E+03
NI63	2,34E+05
NP237	5,66E-03
PD107	6,50E-01
PU238	1,27E+03
PU239	5,61E+03
PU240	3,34E+02
PU241	1,19E+05
PU242	8,13E-02
RA226	2,01E+02
RA228	1,43E+03
SE79	1,52E+00
SM151	2,782E+03
SN121M	7,616E+00
SN126	3,427E+00
SR90	1,040E+04
TC99	7,439E+01
TH232	1,025E+01
U232	2,514E-03
U234	1,598E+02
U235	7,361E+00
U236	1,830E-02
U238	1,597E+02
ZR93	2,761E+01

Ouvrage PTW	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	5,79E-01
AM241	1,51E+02
AM243	2,75E-01
BE10	1,16E-04
C14	1,23E+01
CA41	2,90E-03
CL36	5,79E-04
CM242	2,66E-02
CM243	1,67E-01
CM244	2,97E+01
CO60	5,79E+02
CS135	3,22E-01
CS137	9,21E+03
H3	5,60E+01
I129	3,22E-03
MO93	5,79E-04
NB94	1,31E-01
NI59	1,74E+00
NI63	1,89E+02
NP237	8,82E-03
PD107	1,29E-02
PU238	1,91E+02
PU239	1,78E+02
PU240	7,04E+01
PU241	8,93E+03
PU242	1,81E-01
SE79	2,32E-03
SM151	5,52E+01
SN121M	1,16E-02
SN126	5,21E-03
SR90	6,20E+03
TC99	1,47E+00
U232	5,74E-04
U234	3,09E+01
U235	1,42E+00
U236	8,59E-03
U238	3,08E+01
ZR93	5,24E-02

Ouvrage T13-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	8,97E+00
AM241	1,60E+03
AM243	4,98E+00
BE10	1,79E-03
C14	1,61E+03
CA41	4,49E-02
CL36	1,77E+02
CM242	2,28E+02
CM244	6,34E+02
CO60	9,31E+03
CS135	9,52E-01
CS137	2,94E+04
H3	2,34E+04
I129	9,58E-03
MO93	7,82E-03
NB94	1,79E+00
NI59	1,94E+01
NI63	3,26E+03
NP237	2,03E-03
PD107	3,87E-02
PU238	7,58E+03
PU239	6,72E+03
PU240	2,69E+03
PU241	1,22E+06
PU242	6,68E-01
SE79	3,59E-02
SM151	1,63E+02
SN121M	1,79E-01
SN126	8,08E-02
SR90	1,435E+04
TC99	4,378E+00
U234	9,895E-01
U235	4,772E-01
U238	9,895E-01
ZR93	4,232E-01

Ouvrage T13-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,21E+01
AM241	3,71E+02
AM243	7,04E-01
BE10	4,41E-03
C14	1,03E+03
CA41	1,10E-01
CL36	2,41E+01
CM242	2,89E+01
CM244	8,29E+01
CO60	2,21E+04
CS135	9,40E-01
CS137	3,43E+04
H3	3,51E+03
I129	1,73E-02
MO93	2,19E-02
NB94	7,85E+00
NI59	1,42E+02
NI63	1,43E+04
NP237	9,08E-01
PD107	9,28E-02
PU238	1,95E+03
PU239	2,79E+03
PU240	1,19E+03
PU241	6,27E+05
PU242	5,95E-01
SE79	8,83E-02
SM151	1,81E+02
SN121M	4,41E-01
SN126	1,99E-01
SR90	1,57E+04
TC99	6,71E+00
U234	9,35E+01
U235	4,17E+00
U238	8,44E+01
ZR93	5,14E-01

Ouvrage T13-3	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	9,12E+00
AM241	4,33E-01
AM243	3,35E-04
BE10	1,82E-03
C14	2,19E+03
CA41	4,56E-02
CL36	2,65E+02
CM242	1,56E-04
CO60	9,12E+03
CS135	3,01E-02
CS137	1,00E+04
H3	3,45E+04
I129	1,00E-02
MO93	7,40E-03
NB94	1,37E+00
NI59	7,73E+00
NI63	3,76E+03
NP237	2,95E-01
PD107	9,82E-02
PU238	5,16E+00
PU239	6,09E-01
PU240	9,46E-01
PU241	2,46E+02
PU242	2,16E-05
SE79	3,65E-02
SM151	3,94E+01
SN121M	1,82E-01
SN126	8,21E-02
SR90	1,54E+02
TC99	4,138E+00
U232	8,420E-04
U234	7,124E-02
U235	1,839E-03
U236	9,806E-03
U238	3,671E-02
ZR93	2,948E-01

Ouvrage T19	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	7,00E+01
AM241	1,22E+02
AM243	3,34E+00
BE10	1,40E-02
C14	1,34E+03
CA41	3,50E-01
CL36	1,11E+00
CM242	1,83E-01
CM244	9,53E+01
CO60	7,00E+04
CS135	4,71E-01
CS137	3,50E+04
H3	1,40E+03
I129	2,76E-02
MO93	7,00E-02
NB94	9,93E+00
NI59	1,04E+02
NI63	8,17E+04
NP237	4,23E-01
PD107	1,57E-01
PU238	1,97E+02
PU239	4,68E+02
PU240	1,46E+02
PU241	4,27E+04
PU242	3,31E-02
SE79	2,80E-01
SM151	1,31E+02
SN121M	1,40E+00
SN126	6,30E-01
SR90	5,23E+03
TC99	8,39E+00
U234	3,03E+01
U235	1,47E+00
U238	3,64E+01
ZR93	8,39E-01

Ouvrage T20	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	6,67E+01
AM241	3,42E+02
AM243	2,20E+00
BE10	1,33E-02
C14	2,13E+03
CA41	3,34E-01
CL36	1,31E+00
CM242	1,17E+01
CM244	1,09E+02
CO60	6,70E+04
CS135	2,15E-01
CS137	3,56E+04
H3	9,60E+02
I129	3,28E-02
MO93	6,67E-02
NB94	1,82E+01
NI59	3,07E+02
NI63	6,53E+04
NP237	7,12E+00
PD107	1,57E-01
PU238	3,96E+02
PU239	1,71E+03
PU240	5,50E+02
PU241	2,13E+05
PU242	6,83E+00
SE79	2,67E-01
SM151	9,24E+01
SN121M	1,33E+00
SN126	6,01E-01
SR90	1,243E+03
TC99	8,031E+00
U232	6,660E+00
U234	1,081E+01
U235	4,036E-01
U238	4,828E+00
ZR93	3,969E-01

Ouvrage T21	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,21E+02
AM241	3,00E+02
AM243	8,66E+00
BE10	2,42E-02
C14	2,83E+03
CA41	6,06E-01
CL36	5,81E+00
CM242	1,01E+01
CM244	5,01E+01
CO60	1,21E+05
CS135	5,83E-01
CS137	5,33E+04
H3	2,43E+03
I129	4,47E-02
MO93	1,21E-01
NB94	2,47E+01
NI59	3,29E+02
NI63	8,83E+04
NP237	3,17E-01
PD107	1,26E-01
PU238	3,25E+03
PU239	3,01E+03
PU240	1,59E+03
PU241	2,99E+05
PU242	4,76E-01
RA226	1,13E+02
SE79	4,85E-01
SM151	1,42E+02
SN121M	2,42E+00
SN126	1,09E+00
SR90	5,05E+03
TC99	8,57E+00
TH232	5,77E+00
U234	3,95E+00
U235	9,26E-04
U236	9,26E-04

Ouvrage T22	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,43E+01
AM241	3,60E+01
AM243	1,05E-01
BE10	4,85E-03
C14	4,89E+02
CA41	1,21E-01
CL36	2,24E+00
CM242	2,79E+00
CM244	7,79E+00
CO60	2,43E+04
CS135	1,25E-01
CS137	2,42E+04
H3	7,18E+02
I129	2,31E-02
MO93	2,42E-02
NB94	3,80E+00
NI59	3,79E+01
NI63	1,86E+04
NP237	1,08E+00
PD107	1,93E-01
PU238	8,39E+01
PU239	4,62E+02
PU240	9,83E+01
PU241	5,20E+04
PU242	4,86E-02
SE79	9,70E-02
SM151	8,84E+01
SN121M	4,85E-01
SN126	2,18E-01
SR90	7,087E+02
TC99	8,494E+00
U232	6,303E-03
U234	2,016E+01
U235	9,584E-01
U236	7,554E-02
U238	1,737E+01
ZR93	6,378E-01

Ouvrage T23	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,90E+01
AM241	5,08E+02
AM243	6,45E+00
BE10	3,79E-03
C14	6,35E+02
CA41	9,48E-02
CL36	4,28E+01
CM242	6,40E+00
CM244	2,70E+01
CO60	1,90E+04
CS135	1,13E-01
CS137	1,24E+04
H3	6,16E+03
I129	1,08E-02
MO93	1,87E-02
NB94	2,52E+00
NI59	1,97E+01
NI63	1,69E+04
NP237	8,87E-02
PD107	3,28E-02
PU238	7,99E+02
PU239	2,88E+03
PU240	1,21E+03
PU241	1,66E+05
PU242	7,00E-01
RA226	2,50E+02
RA228	1,72E+03
SE79	7,59E-02
SM151	3,07E+01
SN121M	3,79E-01
SN126	1,71E-01
SR90	9,65E+02
TC99	2,09E+00
TH232	8,30E+00
U232	1,25E-02
U234	1,69E+01
U235	1,16E+00

Ouvrage T24-0	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	5,30E+01
AM241	2,78E+02
AM243	2,32E+00
BE10	1,06E-02
C14	9,76E+02
CA41	2,65E-01
CL36	1,15E-01
CM242	5,26E+01
CM244	8,50E+01
CO60	5,30E+04
CS135	2,69E-01
CS137	2,01E+04
H3	9,41E+02
I129	1,59E-02
MO93	5,30E-02
NB94	7,23E+00
NI59	7,19E+01
NI63	6,26E+04
NP237	9,56E-02
PD107	4,14E-02
PU238	1,98E+03
PU239	2,43E+03
PU240	1,14E+03
PU241	5,12E+05
PU242	1,30E+00
SE79	2,12E-01
SM151	5,90E+01
SN121M	1,06E+00
SN126	4,77E-01
SR90	3,026E+03
TC99	3,085E+00
U234	2,902E+01
U235	1,493E+00
U236	6,838E-04
U238	2,911E+01
ZR93	5,356E-01

Ouvrage T24-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,78E-01
AM241	1,67E+01
AM243	1,02E-01
BE10	5,57E-05
C14	7,02E+00
CA41	1,39E-03
CL36	8,41E-03
CM242	2,26E-01
CM244	1,03E+00
CO60	2,78E+02
CS135	5,29E-03
CS137	1,03E+03
H3	1,71E+01
I129	9,88E-04
MO93	2,78E-04
NB94	5,63E-02
NI59	7,09E-01
NI63	1,49E+02
NP237	1,02E+00
PD107	1,64E-03
PU238	3,70E+01
PU239	4,29E+01
PU240	3,95E+00
PU241	3,07E+03
PU242	4,96E-03
RA226	2,51E+02
RA228	1,65E+03
SE79	1,11E-03
SM151	1,57E+00
SN121M	5,57E-03
SN126	2,50E-03
SR90	1,82E+01
TC99	1,29E-01
TH232	1,09E+01
U233	1,50E-03
U234	6,65E+00

Ouvrage T24-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	4,99E+01
AM241	7,85E+01
AM243	5,74E-01
BE10	9,99E-03
C14	9,32E+02
CA41	2,50E-01
CL36	1,20E-01
CM242	2,21E+00
CM243	1,04E-03
CM244	3,45E+00
CO60	5,00E+04
CS135	6,87E-02
CS137	1,22E+04
H3	1,11E+03
I129	1,15E-02
MO93	4,99E-02
NB94	6,51E+00
NI59	5,95E+01
NI63	5,80E+04
NP237	7,26E-01
PD107	5,30E-03
PU238	2,95E+02
PU239	3,46E+02
PU240	2,02E+02
PU241	2,82E+04
PU242	2,40E-01
RA226	4,48E-02
SE79	2,00E-01
SM151	1,48E+01
SN121M	9,989E-01
SN126	4,495E-01
SR90	7,459E+02
TC99	1,042E+00
TH232	4,570E-03
U232	5,966E-04
U234	7,237E+00
U235	6,754E-01
U236	2,072E-02
U238	1,287E+01
ZR93	5,258E-01

Ouvrage T25-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,75E+00
AM241	1,17E+02
BE10	3,49E-04
C14	3,33E+01
CA41	8,73E-03
CL36	1,66E-03
CM242	8,76E+00
CM244	3,08E+01
CO60	1,75E+03
CS135	5,39E-02
CS137	1,70E+03
H3	2,79E+01
I129	7,12E-04
MO93	1,75E-03
NB94	2,38E-01
NI59	2,54E+00
NI63	2,32E+03
NP237	7,90E-04
PD107	2,40E-03
PU238	2,33E+02
PU239	6,77E+02
PU240	2,05E+02
PU241	9,63E+04
PU242	8,97E-02
SE79	6,98E-03
SM151	9,35E+00
SN121M	3,49E-02
SN126	1,57E-02
SR90	4,30E+02
TC99	2,65E-01
U234	1,09E-01
ZR93	2,12E-02

Ouvrage T25-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,50E-01
AM241	4,05E+00
AM243	4,54E-02
BE10	3,01E-05
C14	3,73E+00
CA41	7,52E-04
CL36	1,50E-04
CM242	1,58E-01
CM244	1,97E+00
CO60	1,50E+02
CS135	1,53E-03
CS137	4,72E+01
H3	9,24E+00
I129	1,89E-05
MO93	1,50E-04
NB94	3,00E-02
NI59	3,46E-01
NI63	4,50E+01
NP237	1,22E-03
PD107	9,73E-05
PU238	1,31E+01
PU239	6,01E+00
PU240	3,35E+00
PU241	7,89E+02
PU242	2,24E-03
SE79	6,02E-04
SM151	2,76E-01
SN121M	3,01E-03
SN126	1,35E-03
SR90	1,630E+01
TC99	8,494E-03
TH232	3,700E-05
U234	2,091E+00
U235	7,956E-02
U236	1,623E-03
U238	8,751E-01
ZR93	7,807E-03

Ouvrage T26	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,01E+01
AM241	8,39E+00
AM243	7,51E-02
BE10	2,02E-03
C14	1,80E+02
CA41	5,05E-02
CL36	3,12E-02
CM242	8,20E-01
CM244	2,44E+00
CO60	1,01E+04
CS135	1,36E-02
CS137	3,26E+03
H3	2,30E+02
I129	3,18E-03
MO93	1,01E-02
NB94	1,24E+00
NI59	1,08E+01
NI63	1,28E+04
NP237	5,32E-02
PD107	1,90E-03
PU238	3,54E+01
PU239	3,11E+02
PU240	1,00E+01
PU241	5,90E+03
PU242	1,28E-03
RA226	3,17E+02
RA228	8,40E+02
SE79	4,04E-02
SM151	3,39E+00
SN121M	2,02E-01
SN126	9,09E-02
SR90	7,12E+01
TC99	2,89E-01
TH232	1,37E+01
U232	3,57E-03
U233	1,90E-04
U234	6,87E+00

Ouvrage T27	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,85E+01
AM241	5,19E+01
AM243	1,63E-04
BE10	3,69E-03
C14	3,22E+02
CA41	9,23E-02
CL36	2,64E-02
CM242	4,25E-02
CM244	4,93E+01
CO60	1,85E+04
CS135	2,43E-02
CS137	3,35E+03
H3	2,29E+02
I129	3,06E-03
MO93	1,85E-02
NB94	2,26E+00
NI59	1,80E+01
NI63	2,10E+04
NP237	2,47E+01
PD107	7,67E-03
PU238	7,60E+01
PU239	8,64E+02
PU240	1,51E+02
PU241	1,20E+04
PU242	2,47E+01
RA226	2,21E+02
RA228	6,82E+02
SE79	7,38E-02
SM151	6,96E+00
SN121M	3,692E-01
SN126	1,661E-01
SR90	2,428E+02
TC99	5,133E-01
TH232	1,253E+01
U232	2,464E+01
U234	3,848E+00
U235	1,815E-01
U238	3,858E+00
ZR93	2,210E-01

Ouvrage T28-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,57E+01
AM241	2,29E+01
AM243	9,76E-01
BE10	3,14E-03
C14	2,77E+02
CA41	7,85E-02
CL36	2,33E-02
CM242	1,45E+00
CM243	8,76E-05
CM244	2,32E+00
CO60	1,57E+04
CS135	5,14E-02
CS137	3,47E+03
H3	1,02E+02
I129	2,64E-03
MO93	1,57E-02
NB94	1,94E+00
NI59	1,73E+01
NI63	2,02E+04
NP237	5,53E-01
PD107	2,18E-03
PU238	1,67E+02
PU239	1,55E+02
PU240	1,00E+02
PU241	1,37E+04
PU242	1,46E-01
RA226	4,12E+02
RA228	2,81E+03
SE79	6,28E-02
SM151	9,27E+00
SN121M	3,14E-01
SN126	1,41E-01
SR90	7,65E+02
TC99	3,64E-01
TH232	7,12E+01
U232	5,57E-03
U234	6,16E+01
U235	2,83E+00
U236	1,11E-01

Ouvrage T28-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,09E+02
AM241	3,62E+01
AM243	1,85E-01
BE10	2,17E-02
C14	1,77E+03
CA41	5,43E-01
CL36	6,77E-02
CM242	1,06E-01
CM244	1,73E+00
CO60	1,09E+05
CS135	1,52E-02
CS137	4,19E+03
H3	1,95E+02
I129	4,14E-03
MO93	1,09E-01
NB94	1,33E+01
NI59	1,04E+02
NI63	1,21E+05
NP237	2,89E-01
PD107	8,25E-04
PU238	8,01E+01
PU239	1,45E+02
PU240	5,19E+01
PU241	3,91E+03
PU242	3,86E-02
RA226	3,70E+02
RA228	2,19E+03
SE79	4,34E-01
SM151	3,47E+00
SN121M	2,172E+00
SN126	9,774E-01
SR90	7,557E+02
TC99	3,112E-01
TH232	6,619E+01
U232	2,917E-02
U234	4,553E+01
U235	2,010E+00
U236	2,757E-01
U238	4,425E+01
ZR93	1,387E+00

Ouvrage T28-3	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	7,49E+00
AM241	2,95E+01
AM243	1,14E-02
BE10	1,50E-03
C14	1,00E+02
CA41	3,74E-02
CL36	9,56E-03
CM242	5,72E-02
CM243	7,81E-05
CM244	6,16E-01
CO60	7,49E+03
CS135	2,22E-02
CS137	1,02E+03
H3	5,86E+01
I129	6,31E-04
MO93	7,49E-03
NB94	9,77E-01
NI59	5,80E+00
NI63	4,23E+03
NP237	3,46E-04
PD107	9,15E-04
PU238	1,65E+01
PU239	3,53E+01
PU240	2,35E+01
PU241	1,93E+03
PU242	1,83E-02
RA226	7,37E+01
RA228	5,14E+02
SE79	2,99E-02
SM151	3,90E+00
SN121M	1,50E-01
SN126	6,74E-02
SR90	3,96E+02
TC99	1,27E-01
TH232	5,27E+00
U232	7,72E-03
U234	2,60E+00
U235	1,01E-01
U236	6,07E-02
U238	2,35E+00

Ouvrage T29-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,93E+01
AM241	2,04E+00
AM243	2,28E-03
BE10	3,87E-03
C14	3,46E+02
CA41	9,66E-02
CL36	1,08E-02
CM242	1,81E-03
CM244	6,02E-02
CO60	1,93E+04
CS135	9,36E-03
CS137	1,22E+03
H3	4,95E+01
I129	1,10E-03
MO93	1,93E-02
NB94	2,33E+00
NI59	2,11E+01
NI63	2,66E+04
NP237	1,76E-03
PD107	3,99E-04
PU238	1,64E+00
PU239	3,75E+00
PU240	2,00E+00
PU241	4,72E+01
SE79	7,73E-02
SM151	1,81E+00
SN121M	3,87E-01
SN126	1,74E-01
SR90	1,21E+02
TC99	1,031E-01
U232	1,533E-03
U234	4,084E+00
U235	1,827E-01
U236	1,393E-02
U238	4,597E+00
ZR93	3,025E-02

Ouvrage T29-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,07E+01
AM241	1,60E+01
AM243	2,17E-03
BE10	2,14E-03
C14	1,67E+02
CA41	5,34E-02
CL36	9,59E-03
CM242	5,32E-04
CM243	2,66E-04
CM244	4,32E-01
CO60	1,07E+04
CS135	2,81E-02
CS137	1,32E+03
H3	6,49E+03
I129	8,30E-04
MO93	1,07E-02
NB94	1,33E+00
NI59	9,76E+00
NI63	1,02E+04
NP237	4,41E-04
PD107	1,22E-03
PU238	2,13E+01
PU239	4,13E+01
PU240	2,31E+01
PU241	1,73E+03
PU242	1,05E-02
RA226	1,56E+02
RA228	1,08E+03
SE79	4,27E-02
SM151	4,96E+00
SN121M	2,14E-01
SN126	9,61E-02
SR90	5,74E+02
TC99	1,64E-01
TH232	1,06E+01
U232	2,81E-02

Ouvrage T29-3	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	9,60E+01
AM241	9,02E+00
AM243	3,75E-02
BE10	1,92E-02
C14	1,55E+03
CA41	4,80E-01
CL36	1,27E-01
CM242	1,15E-02
CM243	1,34E-03
CM244	1,69E+00
CO60	9,60E+04
CS135	9,24E-02
CS137	1,16E+04
H3	8,61E+02
I129	1,05E-02
MO93	9,60E-02
NB94	1,20E+01
NI59	9,31E+01
NI63	1,01E+05
NP237	1,68E-02
PD107	3,78E-03
PU238	1,15E+02
PU239	8,83E+01
PU240	5,37E+01
PU241	5,97E+03
PU242	7,82E-02
RA226	1,73E+02
RA228	1,21E+03
SE79	3,84E-01
SM151	1,777E+01
SN121M	1,921E+00
SN126	8,642E-01
SR90	1,689E+03
TC99	9,870E-01
TH232	1,245E+01
U232	3,719E-02
U233	2,000E-04
U234	1,210E+01
U235	4,489E-01
U236	3,227E-01
U238	1,023E+01
ZR93	1,472E+00

Ouvrage T30-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,79E+01
AM241	1,68E+01
AM243	1,83E-02
BE10	3,58E-03
C14	2,95E+02
CA41	8,95E-02
CL36	1,79E-02
CM242	8,21E-02
CM244	1,28E+00
CO60	1,24E+05
CS135	8,37E-02
CS137	3,40E+03
H3	2,43E+02
I129	1,90E-03
MO93	1,79E-02
NB94	2,42E+00
NI59	1,57E+01
NI63	3,61E+04
NP237	1,19E-02
PD107	3,51E-03
PU238	9,81E+00
PU239	2,75E+01
PU240	1,02E+01
PU241	4,42E+02
PU242	9,12E-04
RA226	3,91E+02
RA228	2,73E+03
SE79	7,16E-02
SM151	1,46E+01
SN121M	3,58E-01
SN126	1,61E-01
SR90	4,52E+02
TC99	4,51E-01
TH232	3,22E+01
U232	2,25E-04
U233	9,99E-07
U234	8,18E+00
U235	3,66E-01
U236	9,42E-04
U238	7,67E+00
ZR93	3,59E-01

Ouvrage T30-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,64E+01
AM241	7,54E+01
AM243	1,23E-01
BE10	3,27E-03
C14	1,82E+02
CA41	8,18E-02
CL36	1,64E-02
CM242	3,70E-02
CM244	7,96E+00
CO60	2,71E+04
CS135	3,46E-01
CS137	9,88E+03
H3	2,57E+03
I129	3,46E-03
MO93	1,64E-02
NB94	2,14E+00
NI59	8,69E+00
NI63	5,41E+03
NP237	1,77E-03
PD107	1,38E-02
PU238	6,16E+01
PU239	1,32E+02
PU240	7,81E+01
PU241	3,86E+03
PU242	3,53E-02
RA226	3,85E-07
SE79	6,54E-02
SM151	5,92E+01
SN121M	3,27E-01
SN126	1,472E-01
SR90	1,508E+03
TC99	1,581E+00
U234	1,703E+00
U235	6,966E-02
U236	4,085E-03
U238	1,619E+00
ZR93	8,176E-01

Ouvrage T32	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,24E+01
AM241	4,28E+02
AM243	7,13E-01
BE10	2,48E-03
C14	9,88E+02
CA41	6,19E-02
CL36	9,64E+01
CM242	4,15E-04
CM243	2,66E-04
CM244	9,53E+01
CO60	1,24E+04
CS135	7,58E-01
CS137	2,45E+04
H3	1,28E+04
I129	1,02E-02
MO93	1,18E-02
NB94	1,66E+00
NI59	1,49E+01
NI63	1,45E+04
NP237	1,33E-01
PD107	3,03E-02
PU238	4,68E+02
PU239	4,09E+02
PU240	2,25E+02
PU241	7,24E+04
PU242	8,38E-01
RA226	2,21E-02
RA228	7,22E-02
SE79	4,95E-02
SM151	1,30E+02
SN121M	2,48E-01
SN126	1,11E-01
SR90	1,40E+04
TC99	3,62E+00
U232	1,26E-02
U234	2,34E+00
U235	8,98E-02

Ouvrage T33-0	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,17E+01
AM241	4,01E+01
AM243	3,61E-02
BE10	4,34E-03
C14	3,80E+02
CA41	1,08E-01
CL36	1,04E-02
CM242	3,53E-02
CM244	7,49E+00
CO60	2,40E+05
CS135	9,33E-02
CS137	3,03E+03
H3	7,51E+02
I129	1,32E-03
MO93	2,17E-02
NB94	3,02E+00
NI59	2,08E+01
NI63	5,44E+04
NP237	2,30E-03
PD107	3,97E-03
PU238	3,06E+01
PU239	9,35E+01
PU240	4,44E+01
PU241	1,15E+03
PU242	1,84E-03
RA226	9,08E-07
SE79	8,68E-02
SM151	1,62E+01
SN121M	4,34E-01
SN126	1,952E-01
SR90	1,551E+03
TC99	4,576E-01
U232	5,066E-04
U234	1,138E+00
U235	5,032E-02
U236	1,471E-02
U238	4,833E+00
ZR93	3,427E-01

Ouvrage T33-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	7,42E+00
AM241	9,58E+02
AM243	7,02E+00
BE10	1,48E-03
C14	1,69E+02
CA41	3,71E-02
CL36	4,82E+00
CM242	1,41E-01
CM243	3,96E-01
CM244	7,12E+02
CO60	7,42E+03
CS135	4,59E+00
CS137	1,32E+05
H3	5,52E+03
I129	4,63E-02
MO93	7,39E-03
NB94	9,38E-01
NI59	8,44E+00
NI63	9,15E+03
NP237	1,06E-01
PD107	1,84E-01
PU238	3,74E+02
PU239	2,94E+02
PU240	1,98E+02
PU241	2,27E+04
PU242	1,33E-01
RA226	2,20E-08
SE79	2,97E-02
SM151	7,88E+02
SN121M	1,48E-01
SN126	6,68E-02
SR90	8,97E+04
TC99	2,10E+01
TH232	1,00E+00
U232	1,97E-03
U234	3,07E+00
U235	1,26E-01
U236	1,83E-02

Ouvrage T33-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,39E+01
AM241	6,28E+02
AM243	5,79E+00
BE10	2,78E-03
C14	1,79E+02
CA41	6,95E-02
CL36	1,06E-02
CM242	7,91E-02
CM244	4,24E+02
CO60	2,49E+04
CS135	3,08E+00
CS137	8,81E+04
H3	1,42E+03
I129	3,08E-02
MO93	1,39E-02
NB94	1,81E+00
NI59	9,51E+00
NI63	9,43E+03
NP237	9,19E-02
PD107	1,23E-01
PU238	2,19E+02
PU239	2,87E+02
PU240	1,45E+02
PU241	1,30E+04
PU242	1,05E-01
RA226	2,52E-01
SE79	5,56E-02
SM151	5,28E+02
SN121M	2,78E-01
SN126	1,251E-01
SR90	5,729E+04
TC99	1,409E+01
U234	8,217E-01
U235	3,292E-02
U238	1,554E+00
ZR93	5,649E-01

Ouvrage T34-0	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	5,11E+00
AM241	5,66E+02
AM243	2,34E+00
BE10	1,02E-03
C14	3,84E+02
CA41	2,56E-02
CL36	3,56E+01
CM242	9,03E-01
CM243	1,05E+00
CM244	1,97E+02
CO60	5,12E+03
CS135	1,10E+00
CS137	3,22E+04
H3	4,98E+03
I129	1,18E-02
MO93	4,88E-03
NB94	7,76E-01
NI59	8,59E+00
NI63	6,13E+03
NP237	3,98E-01
PD107	4,39E-02
PU238	2,82E+02
PU239	4,59E+02
PU240	1,97E+02
PU241	1,83E+04
PU242	1,20E-01
SE79	2,05E-02
SM151	1,88E+02
SN121M	1,02E-01
SN126	4,60E-02
SR90	1,93E+04
TC99	5,06E+00
U232	4,64E-03
U234	4,96E+00
U235	2,21E-01
U236	1,23E+00

Ouvrage T34-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	7,14E+01
AM241	1,47E+01
AM243	5,31E-02
BE10	1,43E-02
C14	1,29E+03
CA41	3,57E-01
CL36	2,66E+01
CM242	2,59E-03
CM243	3,01E-04
CM244	1,39E+00
CO60	7,14E+04
CS135	5,88E-02
CS137	5,85E+03
H3	4,17E+03
I129	5,01E-03
MO93	7,12E-02
NB94	8,89E+00
NI59	6,18E+01
NI63	6,49E+04
NP237	1,12E-01
PD107	3,44E-03
PU238	3,67E+01
PU239	5,98E+01
PU240	2,69E+01
PU241	1,73E+03
PU242	5,19E-03
SE79	2,86E-01
SM151	1,13E+01
SN121M	1,43E+00
SN126	6,424E-01
SR90	1,563E+03
TC99	5,669E-01
U232	8,126E-03
U234	1,060E+00
U235	3,083E-02
U236	6,452E-02
U238	3,476E+00
ZR93	1,510E+00

Ouvrage T34-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	4,25E+01
AM241	2,27E+02
AM243	2,17E-01
BE10	8,50E-03
C14	6,93E+02
CA41	2,12E-01
CL36	3,84E+00
CM242	1,48E-05
CM244	1,40E+01
CO60	4,25E+04
CS135	5,83E+01
CS137	1,68E+06
H3	1,08E+04
I129	5,95E-01
MO93	4,25E-02
NB94	5,26E+00
NI59	3,87E+01
NI63	4,24E+04
NP237	7,28E-03
PD107	2,33E+00
PU238	1,40E+02
PU239	3,36E+02
PU240	4,29E+01
PU241	7,50E+03
PU242	1,18E-01
SE79	1,70E-01
SM151	1,00E+04
SN121M	8,50E-01
SN126	3,82E-01
SR90	6,09E+05
TC99	2,67E+02
U232	9,87E-03
U234	2,10E+01
U235	1,06E+00
U236	7,86E-02
U238	2,07E+01
ZR93	7,44E-01

Ouvrage T35-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	4,57E+01
AM241	9,43E+02
AM243	4,30E+00
BE10	9,13E-03
C14	1,01E+03
CA41	2,28E-01
CL36	1,32E-01
CM242	2,24E-05
CM243	1,69E+00
CM244	2,57E+02
CO60	4,57E+04
CS135	2,83E+00
CS137	9,24E+04
H3	1,36E+03
I129	4,05E-02
MO93	4,57E-02
NB94	7,86E+00
NI59	1,05E+02
NI63	5,75E+04
NP237	9,13E-02
PD107	1,13E-01
PU238	2,81E+02
PU239	1,11E+03
PU240	1,66E+02
PU241	1,51E+04
PU242	7,88E-01
RA226	1,65E-04
RA228	1,59E-06
SE79	1,83E-01
SM151	4,883E+02
SN121M	9,132E-01
SN126	4,109E-01
SR90	5,691E+04
TC99	1,366E+01
U232	1,136E-02
U234	1,508E+02
U235	7,094E+00
U236	1,004E-01
U238	1,503E+02
ZR93	1,038E-01

Ouvrage T35-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	9,45E+01
AM241	1,13E+03
AM243	4,24E+00
BE10	1,89E-02
C14	1,46E+03
CA41	4,73E-01
CL36	1,70E-01
CM243	2,39E+00
CM244	2,27E+02
CO60	9,45E+04
CS135	3,29E+00
CS137	1,06E+05
H3	2,25E+03
I129	4,54E-02
MO93	9,45E-02
NB94	1,22E+01
NI59	9,13E+01
NI63	8,49E+04
NP237	9,71E-02
PD107	1,31E-01
PU238	2,79E+02
PU239	1,06E+03
PU240	1,15E+02
PU241	1,60E+04
PU242	1,74E-01
SE79	3,78E-01
SM151	5,66E+02
SN121M	1,89E+00
SN126	8,51E-01
SR90	6,68E+04
TC99	1,58E+01
TH232	1,84E+00
U232	9,58E-03
U234	2,83E+02
U235	1,33E+01
U236	9,40E-02
U238	2,83E+02
ZR93	2,06E+00

Ouvrage TB1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,69E+02
AM241	1,24E+00
BE10	1,00E+00
C14	1,18E+03
CA41	1,06E+00
CL36	1,01E+00
CO60	1,16E+03
CS135	1,47E+00
CS137	1,48E+03
H3	3,32E+01
I129	1,01E+00
MO93	1,01E+00
NB94	2,44E+01
NI59	1,45E+13
NI63	6,93E+02
PD107	1,02E+00
PU238	1,21E+03
PU239	2,19E+03
PU240	1,44E+02
PU241	1,31E+05
RA226	6,61E+01
SE79	1,05E+00
SM151	2,40E+06
SN121M	1,24E+00
SN126	1,11E+00
SR90	8,48E+02
TC99	3,73E+00
TH232	1,84E+02
U234	8,06E+00
U235	2,237E+00
U238	8,064E+00
ZR93	1,875E+00

Ouvrage TB2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	7,86E-02
AM241	2,40E+00
BE10	1,57E-05
C14	9,17E+00
CA41	3,93E-04
CL36	7,86E-05
CM242	1,41E-02
CM244	3,53E-02
CO60	7,88E+01
CS135	4,72E-03
CS137	1,35E+02
H3	6,00E+05
I129	4,72E-05
MO93	7,86E-05
NB94	3,93E-02
NI59	7,86E-01
NI63	4,72E+01
PD107	1,89E-04
PU238	7,58E+02
PU239	2,19E+03
PU240	2,40E+02
PU241	1,11E+05
PU242	4,26E-02
RA226	4,17E+01
SE79	3,14E-04
SM151	8,12E-01
SN121M	1,57E-03
SN126	7,07E-04
SR90	1,79E+01
TC99	2,16E-02
TH232	1,19E+02
U234	8,94E+00

Ouvrage TB3	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,69E-02
AM241	1,01E-04
BE10	5,38E-06
C14	2,75E+00
CA41	1,35E-04
CL36	2,69E-05
CO60	6,37E+01
CS135	2,63E-03
CS137	1,51E+02
H3	1,91E+01
I129	2,63E-05
MO93	2,69E-05
NB94	1,27E-02
NI59	2,50E-01
NI63	1,54E+01
PD107	1,05E-04
PU238	5,46E+02
PU239	2,91E+03
PU240	2,83E+02
PU241	1,20E+05
RA226	3,03E+03
RA228	3,23E+03
SE79	1,08E-04
SM151	4,51E-01
SN121M	5,38E-04
SN126	2,42E-04
SR90	3,75E+01
TC99	1,20E-02
TH232	1,30E+01
U234	8,158E+00
U235	3,670E-01
U238	8,158E+00
ZR93	2,447E-03

Ouvrage TB4	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,34E-01
AM241	5,75E-04
BE10	2,69E-05
C14	1,80E+01
CA41	6,72E-04
CL36	1,34E-04
CO60	1,82E+02
CS135	9,96E-03
CS137	3,80E+02
H3	3,35E+01
I129	9,98E-05
MO93	1,34E-04
NB94	5,67E-02
NI59	1,07E+00
NI63	7,01E+01
PD107	4,01E-04
PU238	7,74E+02
PU239	2,94E+03
PU240	2,52E+02
PU241	7,08E+04
RA226	2,66E-01
RA228	6,04E+02
SE79	5,38E-04
SM151	1,71E+00
SN121M	2,69E-03
SN126	1,21E-03
SR90	2,34E+02
TC99	4,56E-02
TH232	2,27E-01
U234	1,84E+00
U235	8,27E-02
U238	1,84E+00
ZR93	9,39E-03

Ouvrage TBC-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,35E+01
AM241	1,43E+03
AM243	5,59E+01
BE10	2,70E-03
C14	1,16E+03
CA41	6,76E-02
CL36	5,60E+01
CM242	1,37E-01
CM244	2,61E+03
CO60	2,04E+04
CS135	8,42E-01
CS137	3,23E+04
H3	8,75E+03
I129	8,53E-03
MO93	1,32E-02
NB94	5,51E+00
NI59	1,03E+02
NI63	7,03E+03
NP237	5,12E-04
PD107	3,49E-02
PU238	1,07E+04
PU239	1,83E+04
PU240	3,97E+03
PU241	5,00E+05
PU242	1,19E+00
RA226	6,25E-02
RA228	2,16E+01
SE79	5,41E-02
SM151	1,45E+02
SN121M	2,705E-01
SN126	1,217E-01
SR90	2,795E+04
TC99	3,897E+00
U234	1,788E+01
U235	8,045E-01
U238	1,788E+01
ZR93	4,345E-01

Ouvrage TBC-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,90E+01
AM241	3,16E+02
AM243	6,82E-01
BE10	5,81E-03
C14	3,53E+03
CA41	1,45E-01
CL36	3,85E+02
CM242	1,47E-02
CM244	2,93E+01
CO60	2,98E+04
CS135	3,73E-01
CS137	1,87E+04
H3	5,08E+04
I129	7,46E-03
MO93	2,65E-02
NB94	4,47E+00
NI59	3,10E+01
NI63	1,00E+04
NP237	1,21E-02
PD107	1,94E-02
PU238	9,77E+02
PU239	1,15E+04
PU240	1,93E+03
PU241	1,38E+05
PU242	7,60E-01
SE79	1,16E-01
SM151	6,62E+01
SN121M	5,81E-01
SN126	2,61E-01
SR90	2,43E+03
TC99	2,08E+00
U234	1,09E+00
U235	7,91E-01
U238	1,09E+00
ZR93	1,24E+00

Ouvrage TBH	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	2,92E-03
AM241	1,48E+00
BE10	5,85E-07
C14	1,46E-01
CA41	1,46E-05
CL36	2,92E-06
CO60	2,92E+00
CS135	2,13E-02
CS137	6,09E+02
H3	3,66E+00
I129	2,13E-04
MO93	2,92E-06
NB94	1,46E-03
NI59	2,92E-02
NI63	1,75E+00
PD107	8,53E-04
PU238	2,93E+01
PU239	6,52E+01
PU240	4,90E+01
PU241	3,88E+03
PU242	2,72E-02
RA226	2,85E+02
SE79	1,17E-05
SM151	3,66E+00
SN121M	5,85E-05
SN126	2,63E-05
SR90	1,77E+02
TC99	9,75E-02
TH232	9,63E+00
U235	7,326E-01
ZR93	1,233E-02

Ouvrage TBW-1	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	3,92E+00
AM241	2,59E+03
AM243	2,67E+00
BE10	7,84E-04
C14	5,39E+02
CA41	1,96E-02
CL36	3,92E-03
CM244	3,70E+03
CO60	7,27E+04
CS135	1,60E+00
CS137	5,99E+04
H3	5,88E+04
I129	1,60E-02
MO93	3,92E-03
NB94	1,95E+00
NI59	3,90E+01
NI63	2,34E+03
NP237	8,84E-05
PD107	6,39E-02
PU238	8,96E+03
PU239	1,47E+04
PU240	1,91E+03
PU241	2,17E+05
PU242	2,50E-01
RA226	1,78E+01
RA228	1,52E+02
SE79	1,57E-02
SM151	2,74E+02
SN121M	7,84E-02
SN126	3,53E-02
SR90	1,94E+03

Ouvrage TBW-2	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,99E+00
AM241	1,75E+03
AM243	1,40E+00
BE10	3,98E-04
C14	1,91E+02
CA41	9,94E-03
CL36	1,99E-03
CM244	1,72E+03
CO60	3,65E+03
CS135	3,58E-01
CS137	1,43E+04
H3	1,28E+03
I129	3,58E-03
MO93	1,99E-03
NB94	8,25E-01
NI59	1,56E+01
NI63	1,02E+03
NP237	1,21E-04
PD107	1,44E-02
PU238	4,27E+03
PU239	7,97E+03
PU240	1,08E+03
PU241	1,48E+05
PU242	2,12E-01
RA226	9,25E+01
RA228	4,50E+01
SE79	7,95E-03
SM151	6,14E+01
SN121M	3,98E-02
SN126	1,790E-02
SR90	1,226E+03
TC99	1,638E+00
U234	1,564E+01
U235	7,032E-01
U238	1,564E+01
ZR93	2,403E-01

Ouvrage TO3	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	7,41E-02
AM241	3,58E-03
BE10	1,48E-05
C14	5,02E+00
CA41	3,70E-04
CL36	7,41E-05
CO60	7,41E+01
CS135	2,22E-03
CS137	6,34E+01
H3	7,28E+00
I129	2,22E-05
MO93	7,41E-05
NB94	1,05E-02
NI59	6,23E-02
NI63	1,79E+01
PD107	8,87E-05
PU238	4,30E-02
PU239	7,53E+01
PU240	8,21E+00
PU241	2,68E+03
RA226	1,85E+01
SE79	2,96E-04
SM151	3,80E-01
SN121M	1,48E-03
SN126	6,67E-04
SR90	7,25E+01
TC99	1,01E-02
TH232	1,55E+01
U234	7,57E-02
U235	3,41E-03
U238	7,57E-02
ZR93	3,71E-03

Ouvrage A_CSM	
Nucléide	Activité (GBq)
AG108M	1,20E+02
AM241	7,49E+02
AM243	3,45E-01
BE10	2,39E-02
C14	5,42E+03
CA41	5,98E-01
CL36	1,76E+01
CM242	9,46E+00
CM244	6,80E+01
CO60	1,24E+05
CS135	3,59E+00
CS137	1,29E+05
H3	4,59E+03
I129	6,15E-02
MO93	1,20E-01
NB94	4,90E+01
NI59	9,33E+02
NI63	8,24E+04
NP237	2,14E+00
PD107	2,06E-01
PU238	3,55E+03
PU239	7,05E+03
PU240	9,27E+02
PU241	1,72E+06
PU242	2,11E+00
RA226	1,35E+02
RA228	1,42E+02
SE79	4,79E-01
SM151	6,41E+02
SN121M	2,39E+00
SN126	1,08E+00
SR90	1,48E+04
TC99	2,01E+01
TH232	7,72E+01
U232	2,00E+00
U233	4,07E+00
U234	1,05E+02
U235	4,20E+01
U238	9,93E+01
ZR93	6,14E+00

Cet « ouvrage » désigné sous le terme de « A-CSM » est un ouvrage fictif qui regroupe l'inventaire de colis de déchets qui ont été stockés sur le CSM mais dont la localisation précise n'est connue à ce jour.

5.2

Répartition de l'inventaire en toxiques chimiques par ouvrage de stockage

Ouvrage FMI-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Ni	67
U	6

Ouvrage FMI-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 128
Cd	1 613
Cr	7
Hg	247
Ni	181
Pb	45 370
PbSO ₄	1 889
U	7 479

Ouvrage MI0	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 940
Cd	387
Cr	4
NI	343

Ouvrage MI1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	80
Cr	4
Ni	868
Pb	183
U	26

Ouvrage MI1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	80
Cr	4
Ni	868
Pb	183
U	26

Ouvrage MI2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Ni	119

Ouvrage MI3	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Ni	28

Ouvrage P1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	9 000
Be	1
Ni	302
Pb	255 600
PbSO ₄	799 700
U	1 274

Ouvrage P10	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Ni	116
Pb	189 100

Ouvrage P10bis	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	6 876
Cr	22
Ni	115
Pb	265 600
PbSO ₄	29 950
U	15 030

Ouvrage P11	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	208
Cr	3
Ni	179
Pb	254 100

Ouvrage P11bis	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	7 231
Cr	6
Ni	68
Pb	99 480
PbSO ₄	18 260
U	10 490

Ouvrage P12	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 554
Cr	4
Ni	333
Pb	145 300
PbSO ₄	253
U	68

Ouvrage P12bis	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	2 510
Cr	3
Ni	33
Pb	60 240
PbSO ₄	7 296
U	13 670

Ouvrage P13-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 858
Cd	281
Cr	14
Ni	150
Pb	175 900
U	1 468

Ouvrage P13-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 386
Cd	646
Cr	59
Ni	301
Pb	673 200
U	834

Ouvrage P13-3	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	2 839
Cd	1 640
Cr	42
Ni	321
Pb	157 400
U	1 459

Ouvrage P14	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	2 355
Cd	47
Cr	5
Ni	162
Pb	108 900
PbSO ₄	3 840
U	1 062

Ouvrage P15	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	763
Cr	1
Ni	242
Pb	54 430
PbSO ₄	3 840
U	1 660

Ouvrage P16	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	4 404
Cr	4
Ni	168
Pb	83 870
PbSO ₄	3 072
U	3 960

Ouvrage P17	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	10 170
Cr	39
Hg	205
Ni	482
Pb	275 400
PbSO ₄	2 304
U	5 542

Ouvrage P17bis	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	2 118
Cr	9
Ni	61
Pb	78 740
U	57

Ouvrage P18	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	13 180
Cd	547
Cr	40
Hg	78
Ni	156
Pb	238 000
PbSO ₄	11 060
U	1 377

Ouvrage P19	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	3 291
Cr	26
Ni	107
Pb	118 400
U	2 697

Ouvrage P2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Be	0
Cr	0
Ni	27
Pb	4 259
PbSO ₄	256 700
U	1 554

Ouvrage P20	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	3 000
Cd	84
Cr	44
Ni	247
Pb	375 200
U	472

Ouvrage P21	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	4 706
Cd	618
Cr	24
Ni	527
Pb	323 800
U	882

Ouvrage P22	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	3 308
Cd	169
Cr	23
Ni	143
Pb	114 200
U	775

Ouvrage P23		Ouvrage P24-0	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	8 177	B	2 741
Cr	102	Cr	15
Ni	829	Ni	146
Pb	520 600	Pb	146 500
U	5 650	U	1 106

Ouvrage P24-1		Ouvrage P25-0	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 553	B	1 205
Cr	4	Cr	6
NI	67	Ni	99
Pb	179 000	Pb	84 740
U	449	U	107

Ouvrage P25-1		Ouvrage P25-3	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	2 652	B	225
Cr	36	Cr	1
NI	249	Ni	12
Pb	272 000	Pb	33 480
U	32	U	37

Ouvrage P26		Ouvrage P27	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	3 402	B	2 205
Cr	15	Cr	14
Ni	210	Ni	144
Pb	227 200	Pb	102 000
U	1 380	U	1 141

Ouvrage P28-1		Ouvrage P28-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	4 446	B	6 233
Cd	674	Cd	337
Cr	65	Cr	74
Ni	186	Ni	249
Pb	739 300	Pb	839 500
U	90	U	210

Ouvrage P29-1		Ouvrage P29-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	682	B	1 639
Cr	9	Cr	36
Ni	69	Ni	311
Pb	117 300	Pb	446 300
U	130	U	293

Ouvrage P29-3		Ouvrage P3	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 069	Cr	1
Cr	11	Ni	55
Ni	81	Pb	16 200
Pb	258 700	U	1 212
U	130		

Ouvrage P30-1		Ouvrage P30-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 192	B	188
Cr	27	Cr	14
Ni	142	Ni	38
Pb	703 000	Pb	129 900
U	5 023	U	663

Ouvrage P31-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 257
Cd	197
Cr	31
Ni	245
Pb	249 400
U	1 324

Ouvrage P31-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	3 479
Cd	169
Cr	31
Ni	432
Pb	467 400
U	949

Ouvrage P33-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	3 507
Cr	30
Ni	64
Pb	102 300
PbSO ₄	51
U	627

Ouvrage P33-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	239
Cr	0
Ni	3
Pb	98 840
U	47

Ouvrage P34-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
U	16

Ouvrage P34-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Pb	95 450
U	53

Ouvrage P4	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Be	0
Cr	1
Ni	171
Pb	13 780
U	953

Ouvrage P5	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Be	4
Cd	7
Cr	13
Ni	350
Pb	164 800
PbSO ₄	9 851
U	5 096

Ouvrage P5bis		Ouvrage P6	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
Be	0	Cd	233
Cd	87	Cr	13
Cr	1	Ni	187
Ni	20	Pb	3 657
Pb	12 740	PbSO ₄	4 446
U	407	U	60 920

Ouvrage P7		Ouvrage P8	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
Cd	13	B	4 022
Cr	1	Cr	6
Ni	149	Ni	72
Pb	78 420	Pb	95 910
PBSO ₄	3 912	PbSO ₄	6 886
U	1 588	U	13 040

Ouvrage P9		Ouvrage PTW	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 422	B	38
Cr	8	Be	0
Ni	336	Cr	1
Pb	265 500	Ni	1
PbSO ₄	11 580	Pb	111 600
U	12 940	U	2 496

Ouvrage T13-1		Ouvrage T13-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	2 029	B	1 361
Cr	1	Cd	140
NI	105	Cr	13
PB	175 600	Ni	54
U	86	Pb	83 930
		U	6 841

Ouvrage T13-3	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	51
Cr	17
Ni	148
Pb	20 110
U	3

Ouvrage T19	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	9 727
Cr	8
Ni	167
Pb	190 700
U	2 944

Ouvrage T21	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	14 260
Cd	360
Cr	69
Hg	349
Ni	421
Pb	510 200
PbSO ₄	10 090
U	453

Ouvrage T22	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	4 788
Cr	46
Ni	143
Pb	117 600
U	1 409

Ouvrage T23	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	4 138
Cd	921
Cr	23
Ni	617
Pb	118 400
PbSO ₄	13 830
U	1 174

Ouvrage T24-0	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	7 071
Cd	28
Cr	90
Ni	352
Pb	306 200
U	2 360

Ouvrage T24-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	330
Cr	2
Ni	62
Pb	1 619
PbSO ₄	13 480
U	610

Ouvrage T24-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	8 250
Cr	17
Ni	211
Pb	183 500
U	1 044

Ouvrage T25-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	183
Cr	1
Ni	5
Pb	13 930
U	0

Ouvrage T25-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	139
Cr	0
Ni	130
Pb	1 129
U	71

Ouvrage T26	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	658
Cr	5
Ni	115
Pb	36 300
PbSO ₄	19 360
U	619

Ouvrage T27	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 861
Cd	1 627
Cr	24
Ni	83
Pb	57 300

Ouvrage T28-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	706
Cr	11
Ni	105
Pb	35 400
PbSO ₄	35 370
U	5 042

Ouvrage T28-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	2 491
Cr	15
Ni	117
Pb	175 600
PbSO ₄	27 570
U	3 585

Ouvrage T28-3	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	596
Cr	7
Ni	36
Pb	35 150
PbSO ₄	6 456
U	190

Ouvrage T29-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	2,58E+02
Cr	2,14E+00
Ni	2,48E+01
Pb	2,70E+04
U	3,72E+02

Ouvrage T29-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 166
Cr	7
Ni	111
Pb	33 890
PbSO ₄	16 060
U	476

Ouvrage T29-3	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	2 164
Cr	23
Ni	264
Pb	243 800
PbSO ₄	17 010
U	828

Ouvrage T30-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 494
Cr	7
Ni	97
Pb	77 090
PbSO ₄	29 720
U	622

Ouvrage T30-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	216
Cr	1
Ni	12
Pb	37 960
U	131

Ouvrage T32	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	426
Cd	197
Cr	12
Ni	92
Pb	126 800
PbSO ₄	41
U	189

Ouvrage T33-0	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 206
Cr	5
Ni	62
Pb	91 690
U	389

Ouvrage T33-1		Ouvrage T33-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	325	B	234
Cd	56	Cd	253
Cr	12	Cr	13
Ni	21	Ni	20
Pb	158 000	Pb	62 960
U	186	U	125

Ouvrage T34-0		Ouvrage T34-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	121	B	1 625
Cd	84	Cr	24
Cr	17	Ni	159
Ni	24	Pb	255 000
Pb	69 210	U	280
U	740		

Ouvrage T34-2		Ouvrage T35-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	982	B	1 379
Cr	5	Be	0
Ni	55	Cd	281
Pb	294 400	Cr	4
U	1 677	Ni	168
		Pb	929 400
		U	12 180

Ouvrage T35-2		Ouvrage TB1	
Toxique-chimique	Masse (kg)	Toxique-chimique	Masse (kg)
B	1 991	Pb	3 248
Be	1	PbSO ₄	544 000
Cr	34	U	653
NI	266		
PB	915 800		
U	22 890		

Ouvrage TB2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Be	1
PbSO ₄	162 700
U	724

Ouvrage TB3	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Be	0
Cd	33
Cr	0
Ni	1
Pb	886
PbSO ₄	96 310
U	661

Ouvrage TB4	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Be	0,03
Cd	940
Cr	22
Ni	17
Pb	10 330
PbSO ₄	5 886
U	149

Ouvrage TBC-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	3 541
Cr	64
Ni	3 261
Pb	214 800
PbSO ₄	174
U	1 448

Ouvrage TBC-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
B	3 550
Cr	1
Ni	151
Pb	89 700
U	98

Ouvrage TBH	
Toxique-chimique	Masse (kg)
PbSO ₄	32 640
U	9

Ouvrage TBW-1	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Cd	1 933
Cr	208
Ni	1 404
Pb	59 440
PbSO ₄	1 229
U	377

Ouvrage TBW-2	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Cd	540
Cr	206
Ni	1 450
Pb	48 080
PbSO ₄	364
U	1 266

Ouvrage TO3	
Toxique-chimique	Masse (kg)
Pb	2 067
PbSO₄	73 880
U	6

« COMMENT IDENTIFIER S'IL Y A DES RISQUES LIÉS À LA PRÉSENCE DU STOCKAGE ? ÉLÉMENTS D'INFORMATION ISSUS DE L'APPROCHE DE SÛRETÉ »

Cette « Fiche repère » a été préparée en 2019 par l'Andra, exploitant du Centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche (CSM), dans l'objectif d'informer les générations à venir sur les situations à risque auxquelles des personnes pourraient se trouver confrontées en raison de la présence de cette installation. En effet, malgré toutes les dispositions mises en œuvre par l'exploitant du CSM au moment de la construction de l'installation pour assurer une protection immédiate et différée de l'homme et de l'environnement contre la nocivité des déchets stockés, la démarche de sûreté lui demande d'identifier les situations qui pourraient conduire à ce que des personnes se trouvent quand même exposées à des effets (radioactifs ou chimiques) résultant des déchets stockés.

Cette fiche a pour objet de présenter les situations « à risque » qui pourraient exister dans le futur (malgré toutes les précautions prises par l'exploitant depuis 1969).

Qu'est-ce que le Centre de stockage de la Manche et où est-il localisé ?

Ce centre de stockage de déchets radioactifs a reçu des colis de déchets radioactifs entre 1969 et 1994. Il est situé sur le territoire de la commune de La Hague, commune déléguée de Digulleville – voir carte ci-après.

1. Présentation succincte du CSM

Le CSM est le premier centre de stockage de déchets radioactifs en France. Ces déchets radioactifs contiennent des radionucléides qui pour la plupart sont dits « à vie courte ». Des éléments chimiques toxiques dont le plomb, le cadmium et l'uranium sont associés à ces déchets. Des informations plus détaillées sur l'inventaire stocké sont disponibles dans une fiche qui est similaire à la présente fiche et qui est dénommée « *L'inventaire des déchets stockés au CSM et son évolution dans le temps* ».

Les déchets ont été conditionnés dans des colis. Les colis ont été placés dans des ouvrages de stockage. Un système de gestion des eaux adapté a été mis en place pour séparer les eaux pluviales des eaux qui peuvent être en contact avec les déchets. Entre 1991 et 1997, le stockage a été recouvert par une couverture qui est conçue pour assurer les deux fonctions suivantes : limiter l'infiltration d'eau dans le stockage pendant une échelle de temps de l'ordre de 300 ans et protéger les colis de déchets afin de limiter le risque d'une mise en contact « involontaire ou inopinée » avec une personne.

La connaissance acquise par l'exploitant concernant l'évolution du stockage et de son impact sur l'environnement permet d'indiquer aux générations suivantes que si de l'eau s'est infiltrée dans le stockage, elle peut par la suite circuler via la nappe phréatique et impacter potentiellement les secteurs des bassins versants des ruisseaux de la Sainte Hélène, du Grand Bel et des Roteurs (cf. carte Figure 2 ci-après ; sur cette carte, les points identifiés sont ceux qui font l'objet d'une surveillance régulière en 2019 et cf. Figure 3 carte de présentation des bassins versants impactés par le CSM).

A la date de rédaction de cette fiche, il est envisagé de faire une demande d'instauration de servitudes d'utilité publique destinée à restreindre l'accès au site de stockage et l'usage de l'eau dans les secteurs de l'environnement qui pourraient être impactés par le CSM.

Les schémas ci-après représentent la conception du stockage et de la couverture posée en recouvrement des colis et des ouvrages de stockage.

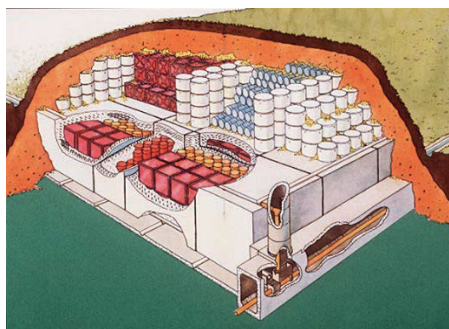
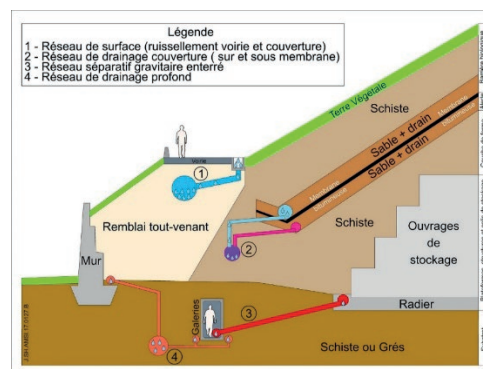


Schéma du stockage permettant de visualiser les colis de déchets placés dans des ouvrages de stockage



Photo d'un ouvrage de stockage pendant l'exploitation (vers 1990)



Coupe schématique de la couverture, des ouvrages de stockage et du système de gestion des eaux tel qu'il existe à la date de rédaction de la présente fiche (2019).

A l'intérieur de la couverture, la membrane bitumineuse est représentée par le trait noir. Elle est intercalée entre deux couches de sable drainant. C'est elle qui assure la fonction d'étanchéité.

Les couches situées au-dessus de la géomembrane assurent la fonction de protection contre les agressions (érosion, actions des animaux et des végétaux notamment)

Figure 1 Représentation schématique du stockage et de sa couverture - 2019



Figure 2 Carte topographique des environs du CSM.

Le secteur géographique soumis à l'influence du stockage est situé au Nord du CSM, au niveau des ruisseaux de la Sainte Hélène, du ruisseau du Grand Bel et du ruisseau des Roteures (à l'aval du Hameau de la Chesnaye). Les points de prélèvements suivis par l'exploitant Andra en 2019 sont matérialisés sur la carte (point R6 et R6-10 sur la Sainte Hélène, point R3 à la source du Grand Bel et point R1-10 sur les Roteures). L'eau souterraine circulant entre le CSM et ces trois ruisseaux peut présenter des signes de contaminations venant du stockage (en 2019, l'exploitant détecte la présence de tritium, isotope de l'hydrogène qui se caractérise par un rayonnement très faiblement énergétique et une période de décroissance de 12,3 ans).

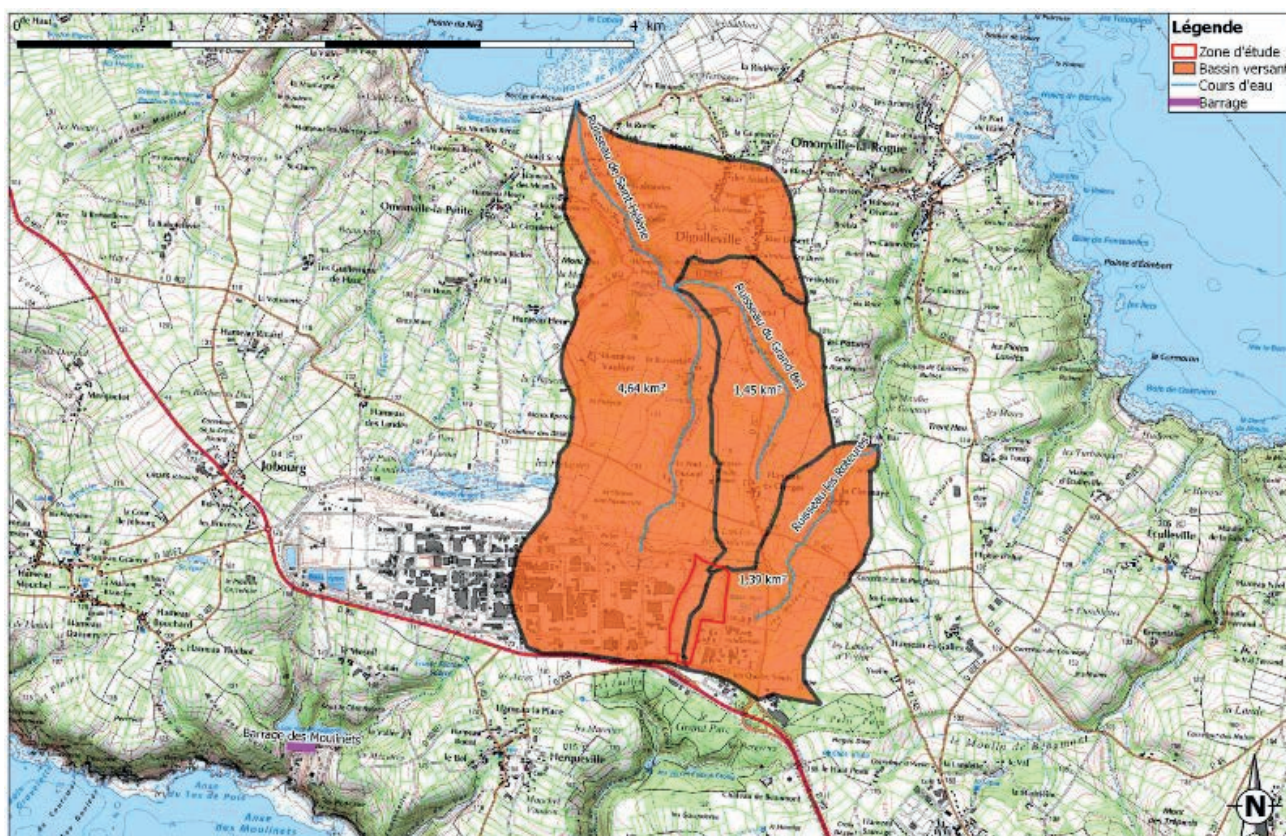


Figure 3 Carte du réseau hydrographique et des bassins versants associés du CSM

2. Quelles sont les situations à risque qui pourraient être liées à la présence du centre de stockage de déchets radioactifs et demeurer après la phase de surveillance ?

Tant que l'exploitant est présent sur l'installation, il est prévu que le CSM fasse l'objet d'une surveillance, d'une maintenance et le cas échéant, de réparations. Il est prévu que la durée de cette surveillance soit limitée à quelques siècles, au-delà desquels la présence de l'exploitant sur le site ne sera plus nécessaire¹. Ensuite, le stockage continuera à être protégé par la couverture ; celle-ci évoluera progressivement dans le temps et pourra être soumise à des phénomènes d'érosion localisés. Des servitudes d'accès au site et d'usage des sols et de l'eau auront vraisemblablement été instaurées.

Toutes ces dispositions ont été mises en place pour limiter tant que possible d'exposer des personnes aux risques liés à la présence de cette installation.

Néanmoins, dans le cadre d'une démarche prudente, il a été demandé à l'exploitant d'identifier les situations qui pourraient potentiellement présenter des risques pour les générations à venir, en raison de la présence de colis de déchets au CSM. Il ressort des études qui ont été conduites par l'exploitant, que, après la phase de surveillance, les situations qui pourraient potentiellement présenter un risque pour les générations à venir seraient liées :

- **Soit au contact d'une personne avec un (ou de) colis de déchets radioactifs.** Cette situation pourrait se produire uniquement si la couverture a subi des phénomènes d'érosion ou si certains talus ont glissé et qu'une personne se trouve à proximité directe de colis de déchets ;
- **Soit à l'utilisation régulière d'une eau (eau du ruisseau Sainte Hélène, du Grand Bel, des Roteurs ou eau souterraine),** si cette eau présente des teneurs en radionucléides ou en toxiques chimiques supérieures aux critères sanitaires définis à l'époque où la situation se produit.

¹ Cette approche est conforme aux règles qui ont édicté la conception de ce centre de stockage, règles définies par l'Autorité de sûreté nucléaire

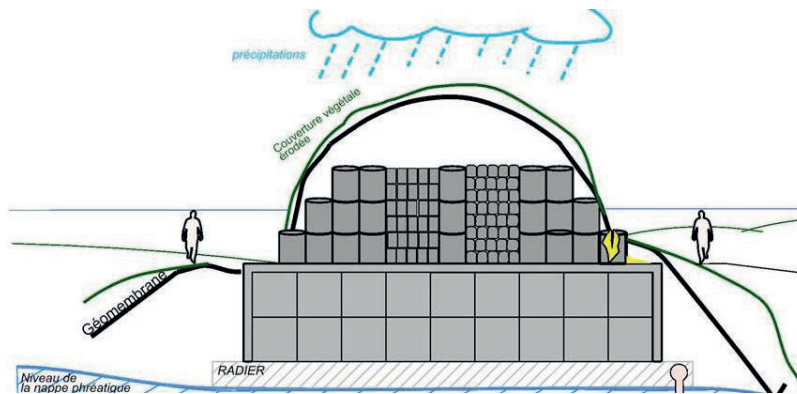
2.1 Cas 1 : l'état du stockage s'est dégradé. Un promeneur peut accéder à des colis de déchets et être exposé à des radionucléides ou à des toxiques chimiques

2.1.1 Quelle est la situation qui peut conduire à être exposé à un risque ?

Pour qu'une personne (promeneur par exemple) puisse se trouver au contact d'un colis de déchets, il est au préalable nécessaire que la couverture du stockage se soit dégradée et que la géomembrane bitumineuse (interne à la couverture – cf. Figure 1) se soit déchirée².

Un scénario d'exposition d'un promeneur est envisageable si :

- La couverture du stockage est érodée par endroits et laisse apparaître des colis de déchets. Ces colis peuvent être soit dans un état intact, soit dégradés ;
- Quelqu'un se trouve à proximité du ou des colis, soit en restant simplement à côté du colis, soit en manipulant le colis ou les déchets radioactifs qu'il contient.



2.1.2 Quelques pistes pour évaluer le risque

ANALYSE DE LA SITUATION POUR IDENTIFIER SI ELLE PEUT PRESENTER UN RISQUE POUR LA PERSONNE D'ETRE EXPOSEE AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

Question : Est-ce que des colis de déchets sont visibles ?

- Si réponse « NON » : a priori, le risque sanitaire est négligeable
- **Si réponse « Oui » :** Apporter des réponses aux questions suivantes peut être utile
 - Dans quel état est le colis de déchets : Est-il intact ? Les déchets sont-ils apparents ?
 - Dispose-t-on de moyens de mesures pour connaître ce que contient ce colis ?
 - A quelle date se produit la situation ?
 - Est-ce que la personne était proche (< quelques mètres) du ou des colis de déchets ? Pendant combien de temps est-elle restée à proximité du colis ?
 - Si Réponse « NON » : a priori, le risque sanitaire peut être écarté
 - **Si réponse « OUI » :** a-t-elle manipulé le colis ?
 - **Si OUI :** il y a un risque d'exposition aux rayonnements ionisants par :
 - Exposition externe (↔ rayonnements émis par le colis);
 - Inhalation de poussières provenant du colis
 - Ingestion de poussières provenant du colis (via les mains)
 - Contamination cutanée (mains ou visage) via les poussières

Si la conclusion est « OUI », il y a un risque d'exposition aux rayonnements ionisants, il est recommandé de se laver les mains et d'alerter les services sanitaires et la mairie.

² La couverture est composée d'un empilement de plusieurs couches de natures différentes parmi lesquelles une membrane bitumineuse dont la fonction est de limiter l'infiltration d'eau dans le stockage pendant 300 ans environ.

2.2 Cas 2 : de l'eau prélevée entre le stockage et les ruisseaux du Grand Bel, de la Sainte Hélène et des Roteures contient des teneurs en radionucléides ou en éléments chimiques toxiques supérieures aux normes sanitaires définies

2.2.1 Quelle est la situation qui peut conduire à prendre un risque ?

La seconde situation à risque envisagée pourrait être liée à l'utilisation d'une eau contaminée³ par le stockage. Il peut s'agir d'eau prélevée :

- Dans les ruisseaux du Grand Bel, de la Sainte Hélène, (et dans une moindre mesure des Roteures) ;
- D'eau souterraine prélevée par pompage dans un puits situé entre le stockage et les ruisseaux du Grand Bel, de la Sainte Hélène (et, dans une moindre mesure, la partie du ruisseau des Roteures proche du Hameau de la Chesnaye) (voir Figure 3).

Cette eau pourrait présenter un risque sanitaire pour les personnes qui l'utiliseraient si ses caractéristiques physico-chimiques et radiologiques sont supérieures aux valeurs recommandées par l'agence régionale de santé et l'agence de l'eau à la date de lecture de la présente fiche.

2.2.2 Explication de la démarche pour évaluer l'impact sanitaire qui résulterait de l'utilisation d'une eau contaminée par le stockage

Etape 1 : Si possible, avant usage de l'eau, mesurer ses caractéristiques physico-chimiques et radiologiques et les comparer aux normes en vigueur (ou se rapprocher des services compétents).

Etape 2 : Si de l'eau est prélevée, préciser les usages. Ceci permet de définir les voies de transfert de l'eau « contaminée » vers l'homme



Illustration de toutes les voies de transferts envisagées par l'exploitant à la date de rédaction de la fiche

Etape 3 : Identifier les produits potentiellement contaminés par l'utilisation de l'eau (voir détail ci-contre)

Quels sont les produits potentiellement contaminés par l'eau :

- Est-ce l'eau utilisée pour la boisson ?
- Est-ce l'eau utilisée pour l'abreuvement d'animaux destinés à la consommation ?
- Est-ce l'eau d'arrosage d'un jardin potager ?

Toutes ces « voies de transfert » peuvent induire un impact radiologique sur la santé humaine

A titre d'information :

L'Andra, exploitant du CSM en 2019, a pris toutes les précautions pour qu'une utilisation de l'eau des ruisseaux ou de la nappe phréatique par les générations à venir ne pose pas de problème sanitaire. Les calculs qui ont été réalisés permettent de conclure que même en cas d'utilisation régulière de cette eau avec un mode de vie « en autarcie », l'impact sanitaire serait inférieur au niveau de la radioactivité d'origine naturelle.

³ Les évaluations réalisées par l'exploitant indiquent que le risque sur la santé lié à l'utilisation de l'eau est limité

3. Proposition de premières mesures de protection à prendre, si celles-ci s'avèrent nécessaires

L'exploitant du CSM rappelle qu'il est recommandé que personne n'intervienne de lui-même dans le secteur du CSM et que si des colis de déchets sont visibles, il est préférable d'évacuer la zone et de se rapprocher des services de l'Etat pour leur signifier le problème et leur permettre de prendre les décisions ad hoc.

Le cas échéant, si des mesures de protection sont considérées nécessaires, les premières mesures de protection que l'exploitant du Centre de stockage de la Manche recommande sont les suivantes :

- **Contrôler le respect des servitudes d'utilité publiques** (*celles-ci sont à l'état de projet à la date de rédaction de la présente fiche*). Un tel dispositif a pour objectif de limiter la possibilité que quelqu'un se trouve présent au contact de colis de déchets (afin de limiter le risque d'intrusion humaine involontaire).

Le cas échéant, ce dispositif permettrait aussi de limiter la possibilité de prélever de l'eau circulant à l'aval hydraulique du stockage ;

- **Limiter l'accès du public au stockage** (ou a minima dans les secteurs où la couverture est dégradée) ;
- **Le cas échéant, de renforcer la couverture au droit des zones qui s'avèrent dégradées** afin de limiter le risque que quelqu'un se trouve exposé aux rayonnements des colis de déchets.

4. Bibliographie et lien avec le Dossier détaillé de mémoire pour en savoir plus

Pour en savoir plus, il est proposé au lecteur de se diriger vers le Dossier Détaillé de Mémoire (DDM) du CSM. Le DDM est actuellement conservé en deux endroits distincts : le CSM (cf. carte ci-avant) et les Archives nationales de France.

Le DDM est un ensemble de documents techniques. Les documents sont classés dans une arborescence archivistique organisée autour d'un premier niveau chronologique, puis d'un deuxième niveau thématique.

Références documentaires à rechercher :

- [1] Décret n°2003-30 du 10 janvier 2003 autorisant l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) à modifier, pour passage en phase de surveillance, le centre de stockage de déchets radioactifs de la Manche (installation nucléaire de base n°66), situé sur le territoire de la commune de Digulleville (Manche). Ce décret vaut décret de démantèlement, conformément à l'art. 15 du décret n°2016-846 du 28 juin 2016 relatif à la modification, à l'arrêt définitif et au démantèlement des installations nucléaires de base ainsi qu'à leur sous-traitance.
- [2] SUR RP ACSM 08.0017 – Rapport définitif de sûreté – Année 2009 – Centre de stockage de la Manche – ***A la date de rédaction de la fiche, ce document est le rapport de sûreté le plus récent. Il est conservé dans les archives de l'exploitant. A la date de rédaction de la présente fiche, il n'a pas été encore versé dans le Dossier détaillé de mémoire.***

