Installation souterraine de stockage des déchets de Cigéo

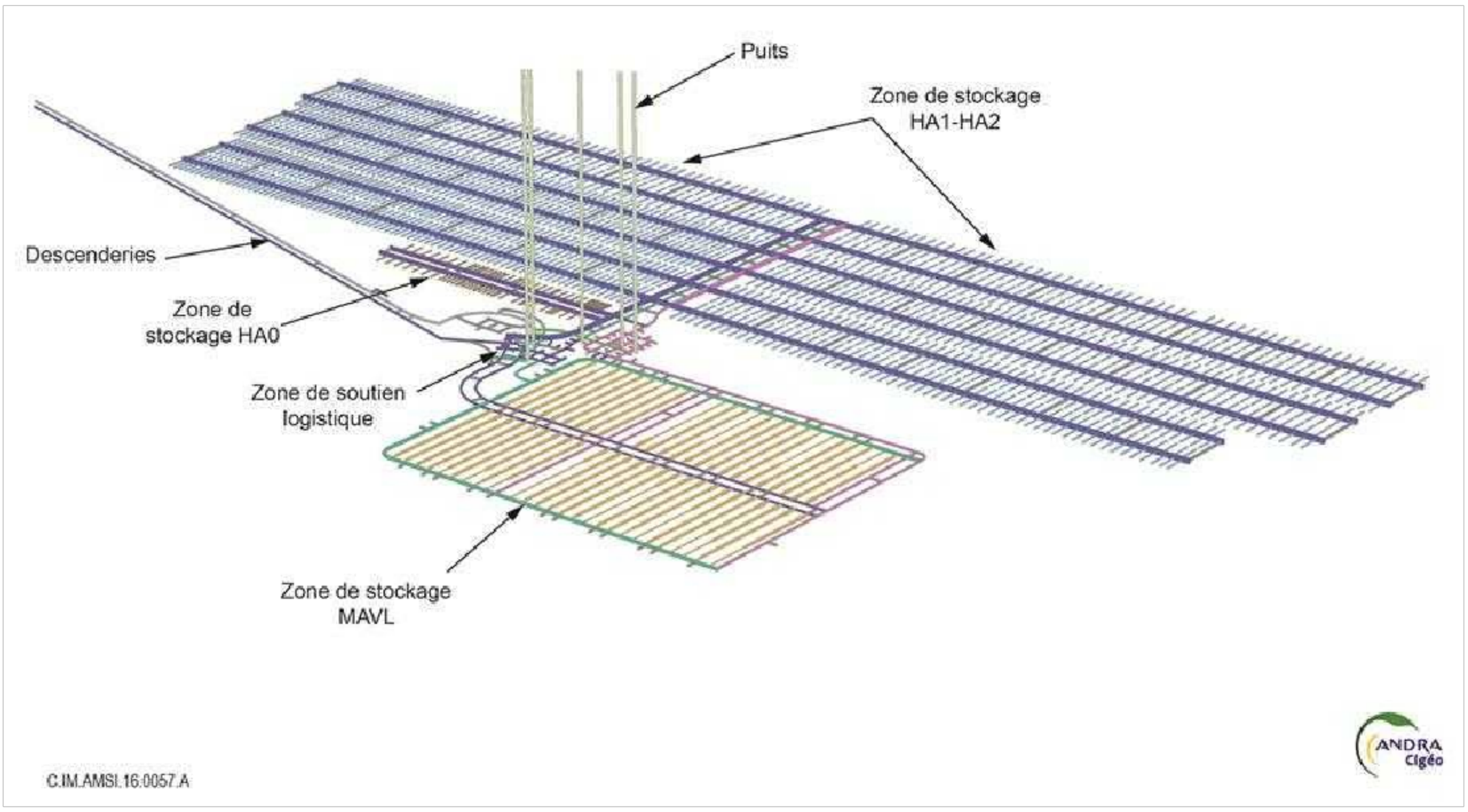
Fiche n°5

Présentation générale du réseau de galeries

Située à environ 500 mètres de profondeur, l'installation souterraine de Cigéo se développera au fur et à mesure de l'exploitation. Elle se composera de zones de stockage pour les déchets HA et de zones de stockage pour les déchets MA-VL, de galeries de liaison et d'installations techniques. Au terme de la centaine d'années d'exploitation, cette installation représentera une surface d'environ 15

km2.

Au total, 270km de galeries et alvéoles sont prévues à terme (contre 220 pour le métro parisien, par exemple), ce qui représente plus de 9,5 millions de m³ excavés (plus de 3,5 fois la pyramide de Gizeh).



Calendrier prévisionnel

Les travaux et l'exploitation seront menés de concert au cours des 130 ans d'exploitation. Une phase pilote, prévue de 2025 à 2035 [1], prévoit la mise en place de premières cellules HA, MA-VL, de leur scellement et d'études d'optimisation. S'en suivraient la mise en route progressive des différentes zones :

2030-2039 : exploitation simultané des HA0 (peu exothermiques) et des MA-VL

2040-2099 : exploitation exclusive des MA-VL

2079-2099 : exploitation simultanée des **HA1/HA2** fortement exothermiques et des MA-VL

2100-2144 : exploitation exclusive des HA1/HA2 fortement exothermiques

2145-2150 : fermeture de l'installation souterraine

Le retardement de la mise en exploitation pour les déchets HA1/HA2, plus compliqués à gérer, est justifié comme suit [2]:

> *« Cette différence de calendrier permet d'anticiper pour les déchets HA1/HA2 des progrès supplémentaires en matière de connaissances et de démonstrations technologiques, offrant davantage de perspectives d'optimisation dans le cadre du développement incrémental de Cigéo. »*

Type de déchets stockés et contraintes associées

Pour mieux comprendre la nécessité de séparer les espaces de stockage et ces difficultés, intéressons nous aux types de colis qui seront stockés. Ceux-ci sont séparés en deux grandes familles : les déchets Moyenne Activité Vie Longue (MA-VL) et Haute Activité (HA).

Déchets MA-VL

Les déchets MA-VL sont principalement des déchets de structure issus du traitement des combustibles usés (35 % des colis MA-VL), des déchets résultant du retraitement des effluents liquides des installations nucléaires (35%) et les déchets technologiques activés* (5%) ou contaminés (23%) issus du fonctionnement ou du démantèlement des installations nucléaires. Il existe 79 familles de ces déchets dans la classification de l'ANDRA [3]. Du point de vu du stockage, on peut distinguer des déchets salins bitumineux ou non bitumineux, des déchets organiques** ou encore des déchets métalliques. Ces derniers présentent des

1. Données d'entrée du territoire
2. DOSSIER D'OPTIONS DE SÛRETÉ PARTIE APRÈS FERMETURE (DOS-AF)
3. p497 DOSSIER D'OPTIONS DE SÛRETÉPARTIE EXPLOITATION (DOS-EXPL)

risques de corrosion ou de dissolution dans l'eau[4]. De l'hydrogène peut également se dégager par radiolyse (voir plus bas). Ces risques sont reconnus par l'ANDRA :

> *« Du fait de son gonflement par radiolyse ou par reprise d'eau, l'enrobé peut potentiellement fluer hors du colis primaire. »* [5]

Les déchets bitumineux sont identifiés comme un des principaux points à traiter en raison des risques chimiques[6]Leur différente natures oblige à les séparer les uns des autres pour éviter des interaction chimiques. Ces déchets sont stockés dans des colis placés dans des conteneurs en béton (ci-contre).

Déchets Haute activité (HA)

Ces déchets, principalement vitrifiés, sont stockés dans des fûts en acier inoxydable (ci-contre), proviennent du retraitement des combustibles usés des divers réacteurs nucléaires. Il en existe 19 familles selon la classification de l'ANDRA [7] mais pour le stockage souterrains, deux types principaux sont distingués.

- Déchets HA0 : Ces déchets sont moyennement exothermiques, qui pourraient être gérés dès le début de l'exploitation.

- Déchets HA 1 et 2 : Produisant plus de chaleur que HA0, exploitation prévue en 2075.

Cette différence est importante car les alvéoles qui les contiennent ne doivent pas dépasser 90°C pour préserver les qualités de l'argilite qui les « confine ».[8] Les enveloppe cimentaires doivent pour leur part rester en dessous de 65°C. A titre indicatif, chacun des colis HA peut dégager entre 276 et 763W. La puissance dégagée par l'ensemble de ces colis pourrait donc se compter en dizaines de mégawatt de chaleur.

De plus, du fait de leur haute activité (et indépendamment de la chaleur produite), ces déchets émettent beaucoup de rayonnements qui mettent à mal les matériaux sensés les contenir. Ce phénomène, difficile à quantifier et objet de nombreux débats scientifiques est appelé radiolyse.

4. p160 DOS-AF
5. P131 DOS-AF
6. Avis et recommandations relatif au dossier d'options de sureté du Projet Cigéo, p3
7. Annexe 6 DOS-EXPL
8. p126 DOS-AF

La radiolyse ?

Elle désigne la capacité des rayonnements à « casser » certaines molécules (par exemple l'eau ou des matières organiques) en molécules plus petites et potentiellement gênantes (gaz H_2, radicaux oxydants, H_2O_2...). Ces produits peuvent présenter des risques d'explosion, accélérer la corrosion des métaux, changer l'acidité du milieu, faire gonfler les bitumes[9]...

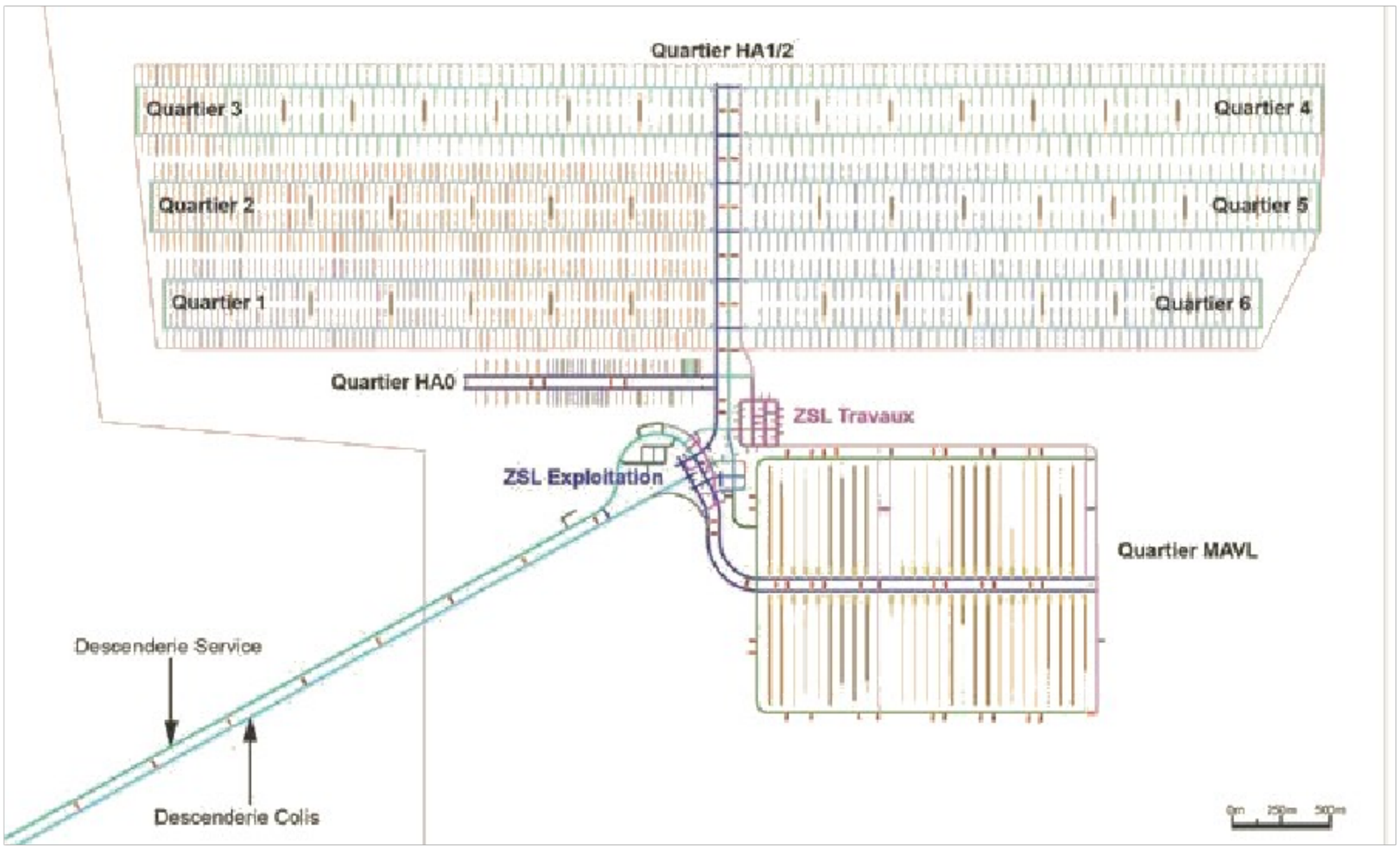
En raison de ce risque, la présence de substance contenant de l'hydrogène, et en particulier l'eau, est à éviter au contact des déchets HA.

Heureusement, ce risque est d'après l'ANDRA inenvisageable :

> *« Concernant les déchets HA, les colis primaires sont étanches aux gaz. De plus, le conteneur de stockage est fermé soudé étanche. Ainsi, le risque lié à la radiolyse des colis de déchets HA est écarté. »*[10]

Stockage HA

Les colis HA sont stockés dans différents quartiers composés d'alvéoles.



D'après l'avant-projet sommaire,le quartier HA0 regrouperait environ 75 alvéoles de longueur 80 m et les quartiers HA1/HA2 comprennent au total environ 1 465 alvéoles de longueur 100 m sont prévues.[11] Il est ainsi intéressant de noter qu'avant 2075, moins

9. p137 et 131DOS-AF
10. p311DOS-EXPL
11. p 153(DOS-AF

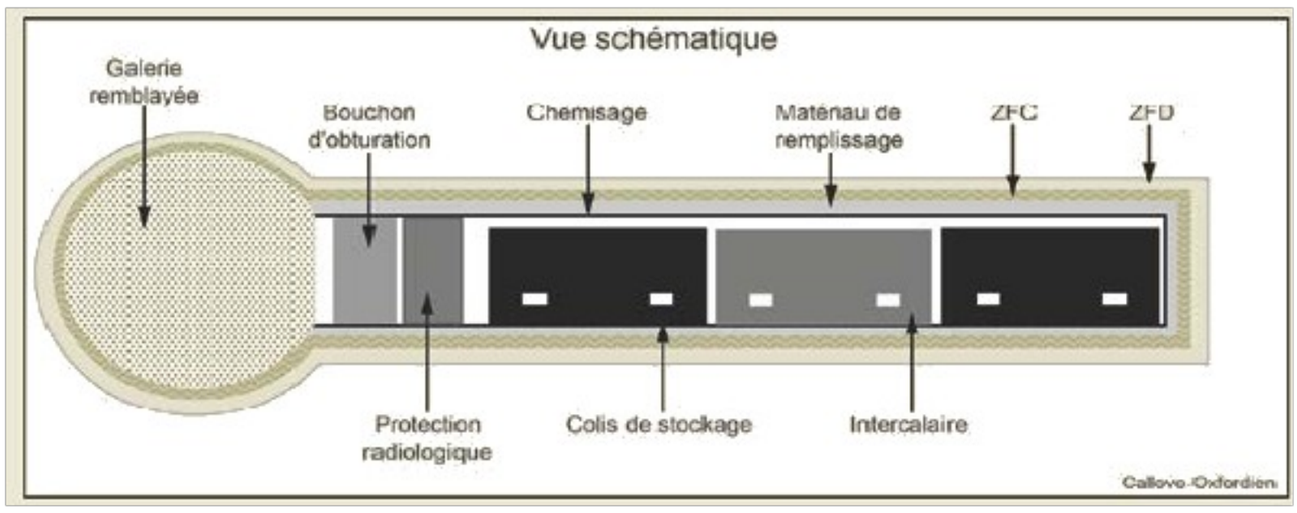
de 5 % des alvéoles de haute activité sont sensées être remplies. Le stockage est estimé à 58 700 colis primaires.

Le rôle de ce stockage n'est pas de constituer un coffre-fort :

> *« L'Andra conçoit l'alvéole HA de manière à favoriser dans un premier temps la durabilité du conteneur de stockage, puis, après la perte d'étanchéité du conteneur, une faible dissolution du verre ainsi que la précipitation de la majorité des radionucléides. »*[12]

Dans l'idéal, la radioactivité qui remontera sera inférieure à la radioactivité naturelle.

Ces alvéoles seraient creusées dans le sens le plus résistant de l'argile et en tenant compte d'une pente qui évite à l'eau de s'infiltrer dans les galeries. Elles sont constituées de colis séparés d'intercalaires et bouchées définitivement en fin d'exploitation (cf schéma). Des robots pousseurs et tireurs sont chargés de la mise en place et du retrait éventuel des colis.

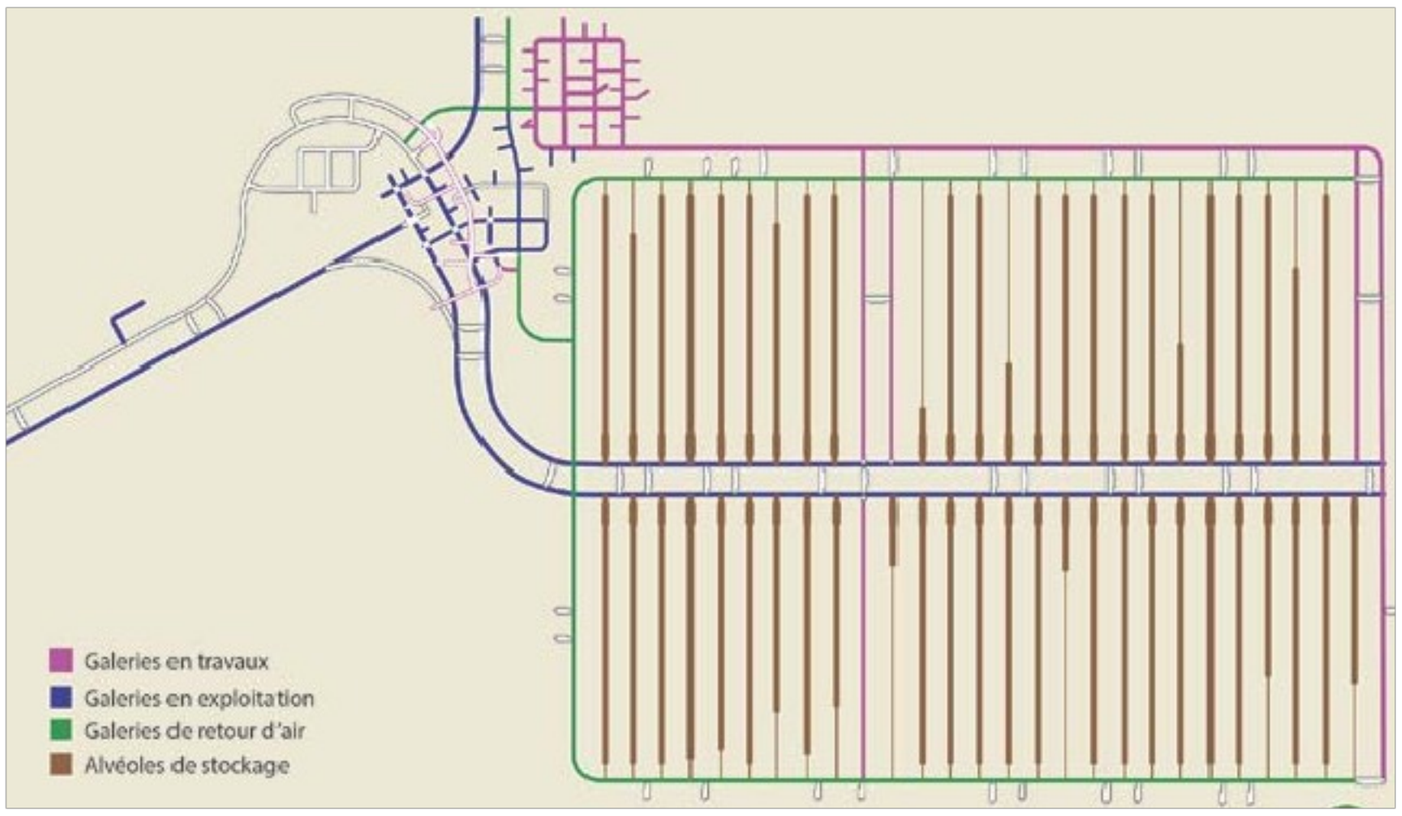


Stockage MA-VL

Les déchets MA-VL seront regroupés dans un seul quartier d'une cinquantaine de cellules horizontales de 500m de longueur utile[13] organisé autour d'une ossature de galeries de liaison et de retour d'air, à partir de laquelle les alvéoles seront progressivement construits.[14]

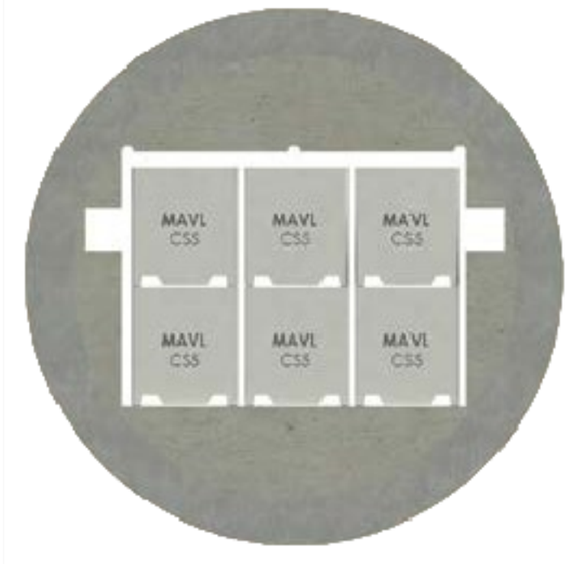
Les conteneurs y sont introduits à l'aide d'un chariot ou pont stockeur, sensé pouvoir les y récupérer en cas de problème.

D'après l'inventaire de l'ANDRA, il y aurait environ 176 000 colis MA-VL enfermés dans des conteneurs de 12 à 17 tonnes.



12. DOS-AF
13. p161 DOS-AF
14. DOS-EXPL

Les cellules contenant des substances susceptibles d'interagir devront être séparés d'au moins 30m. Les conteneurs en béton seront superposés ou non selon les cellules. Un des rôles du ciment est de retenir certains radionucléides après dégradation des colis.



Conteneurs dans une alvéole

Ventilation

Afin d'évacuer l'hydrogène et une partie de la chaleur produite, l'air issu des alvéoles MA-VL est filtré puis évacué par le puits de retour d'air. Les galeries HA sont de même traversées par l'air frais, puis l'air vicié passe par une trappe jusqu'au puits et évacué vers l'extérieur. (Aucune mention de filtration).[15] A noter que le renouvellement de l'air par la ventilation pourrait augmenter les risques de corrosion et des ouvertures de fissures dans l'argile[16].

Quel risque présente l'hydrogène ?

Cet hydrogène est produit à 50 % dans les alvéoles HA, 40 % dans les alvéoles MA-VL et 10 % dans le système de galeries d'accès et de liaison. [17]. En présence d'oxygène, si sa concentration dans l'air dépasse 4%, il y a un risque d'inflammation/explosion (dissémination de radioactivité, si cela affecte un colis ou une alvéole) [18]. Ce risque est exprimé dans les documents :

> *« En cas d'arrêt du fonctionnement des systèmes de ventilation, les gaz de radiolyse peuvent s'accumuler dans les locaux identifiés à risque. »*

Le délai minimal pour la constitution d'une atmosphère explosive est donné à 23 semaines[19].

Évacuation de l'eau

On l'a vu, la présence d'eau est à éviter dans la zone de stockage en particulier et dans le callovo-oxfordien* les abritant en général. Il est donc nécessaire de drainer la

15. p249 DOS-EXPL
16. p136 et 186 DOS-AF
17. p147 DOS-AF
18. CLIS Formation Cigéo Présentation (186 diapos)
19. p313 DOS-EXPL

couche supérieur (oxfordien). Les traversées d'aquifères et autres couches dans les puits et descenderies nécessitent de la rétention et/ou revêtements étanches. Si les alvéoles MA-VL sont horizontales, les alvéoles HA nécessitent des aménagements :

> *« Une infiltration d'eau pourrait se produire au niveau des alvéoles HA (non ventilés) durant les phases de remplissage. Les alvéoles sont conçus avec une inclinaison de 2% vers l'entrée de l'alvéole. »* [20]

Les risques de débordement des nappes phréatiques sont évalués par des mesures et un système de drainage est prévu.

Les rejets liquides (principalement les eaux d'exhaure**) sont, après contrôle radiologique, rejetés via la canalisation de rejets en rivière. Les éventuels effluents radioactifs sont entreposés en cuve et évacués vers une installation de traitement en camion-citerne [21].

Tous ces équipements devront rester en service pendant les 130 ans d'exploitation. Le pompage de ces eaux est identifié comme un sujet important par des experts étrangers au regard de la catastrophe de Fukushima[22].

20. p386 DOS-EXPL
21. P303 DOS-EXPL
22. An International Peer Review of the Cigéo project (IAEA) §5