

PARI RISQUÉ OU NON ?

L'Andra vante les qualités soi-disant idéales de la couche géologique explorée : le Callovo-oxfordien à Bure. Pourtant, les rapports s'enchaînent et les certitudes s'effritent...

CIGÉO : PRINCIPAUX FACTEURS DE RISQUES

- **Choix d'une matrice argileuse qui induit inmanquablement la génération d'hydrogène dans le stockage (radiolyse et corrosion),**
- **Alvéoles inaccessibles et irradiantes (en raison de l'absence de protection radiologique des colis pour des raisons de gains de volume utile),**
- **Effets multiplicateurs de dangerosité (volumes importants avec combustibles, étincelles et ventilation).**

Creuser des galeries,
installer les colis et
reboucher...

Enfouir des matières
dangereuses en sous-sol ?
Pas si simple !

Celles-ci ne seront pas
rendues inoffensives en
les éloignant de la surface
de la Terre. L'opération
est à haut risque...

“LE RISQUE EST
UN OBSTACLE POTENTIEL À
LA RÉALISATION D'UN OBJECTIF.
IL FAUT INTERROGER LA NATURE
DU RISQUE, SES PROBABILITÉS DE
SURVENANCE, LA GRAVITÉ DES
CONSÉQUENCES, LES PARADES.
LE RISQUE PEUT ÊTRE AVÉRÉ,
POTENTIEL, ÉMERGENT
OU FUTUR.”

(WIKIPÉDIA)

PARI RISQUÉ OU NON ?

En 2011, l'auteur de cet article, constatant les distorsions entre le contenu des documentations techniques produites par l'Andra et la communication effectuée auprès des habitants, a rendu son analyse. Il a ainsi mis en exergue des inconnues technologiques majeures qui sont toujours en étude dix ans plus tard.

LES ÉLÉMENTS DE COMPRÉHENSION DU STOCKAGE

La nature du sous-sol et la construction de Cigéo

Le stockage des déchets radioactifs devrait être mis en œuvre dans une couche argileuse saturée en eau du Callovo-Oxfordien de l'ordre de 130 m d'épaisseur, à environ 500 m de profondeur.

Cette construction entraînerait le creusement de cinq puits d'accès et ventilation et environ 265 km d'ouvrages souterrains¹ pour la descenderie, les alvéoles et les galeries, et sur une surface souterraine de l'ordre d'une quinzaine de kilomètres carrés. Cette structure nécessiterait par conséquent l'extraction de 11 millions de m³ de roche avec l'introduction de plusieurs centaines de milliers de tonnes d'acier² et la fabrication de 275.000 m³ de béton pour constituer les structures de soutènement de l'ensemble.

Les déchets radioactifs

Deux types de déchets sont envisagés à ce stade, des déchets dits « Moyenne Activité à Vie Longue » et « Haute Activité à Vie Longue ».

- Les déchets dits « MAVL » envisagés représentent 73 600 m³ en volume non conditionnés³, mais de l'ordre de 350 000 m³ en colis conditionnés ou 171 530 colis, dont 74 370 d'enrobés bitumineux,
- Les déchets dits « HAVL » envisagés représentent 10 100 m³ en volume non conditionnés³, mais de l'ordre de 30 000 m³ en colis conditionnés ou 60 000 colis.

Il est à noter que les « Combustibles Usés » ne sont pas compris actuellement dans les inventaires actuels de Cigéo, mais ceux-ci pourraient alors constituer 68 500 m³ en colis non conditionnés, mais de l'ordre de 90 000 m³ en colis conditionnés en supplément, en cas d'arrêt du retraitement des combustibles ou du non renouvellement du parc électro-nucléaire actuel.

1 : Evaluation des coûts 2014
- Tome 1, tableau des métrés, p. 139 / 306

2 : Dossier 2005 : Evolution, p. 209 & 210

3 : Evaluation des coûts 2014
- Tome 1, hypothèses du stockage, p. 7 / 306

4 : Etape 2009 : Sureté, p. 107, p. 110, p. 115

5 : Evaluation des coûts 2014
- Tome 1, description du stockage, p. 182 / 306



Les transports

Les colis de déchets seraient acheminés dès la première décennie d'exploitation au rythme annuel de 700 à 1.000 emballages⁴, soit 100 convois de 10 wagons environ par an pendant toute la durée de l'exploitation (100 à 120 ans).

Les installations de surface

Trois types de zones sont à distinguer :

- Une zone d'entreposage tampon à Gondrecourt-le-Château⁵ avant acheminement à Cigéo dans une ancienne friche industrielle de 10 000 m².
- Une zone dite « Descenderie » à Saudron de 280 ha environ qui rassemble le terminal ferroviaire de réception des colis, des structures de réception, de contrôle, de conditionnement des colis, un entreposage tampon des colis en attente, une unité de fabrication des conteneurs, ainsi que les entrées des deux descenderies (colis, et service).
- Une zone dite « Puits » entre Bure et Bonnet, de 270 ha environ, est prévue pour regrouper les 5 puits de la structure, et une partie dite « Verses » de l'ordre de 147 ha (11 millions de m³), sur laquelle serait déposée toute la roche excavée.

Les installations souterraines

Deux types d'alvéoles sont à différencier en fonction des déchets à stocker :

- Des alvéoles dites « HAVL » (environ 1.000) horizontales reliées par des galeries d'accès, d'une longueur d'environ 150 m ; ce sont des tubulures en acier constituées de tronçons non soudés emboîtés, d'environ 70 cm de diamètre ; ces structures tubulaires permettent le passage et le stockage par poussage des colis HAVL jusqu'au fond de ces alvéoles.
- Des alvéoles dites « MAVL » (environ 30) de 12 m de diamètre, d'une longueur utile de 500 m, soit de l'ordre de 4 500 à 5 000 colis par alvéole, ventilées avec des retours d'air vers les galeries de liaison ; ces sortes de tunnels, équipés d'équipement de manutention..., permettent le stockage de différentes formes parallélépipédiques d'emballages en béton des colis de déchets.

Il a été décidé dans les phases de conception que ces alvéoles seraient irradiantes, c'est-à-dire que les colis ne seraient pas dotés de protections radiologiques pour des raisons d'optimisation des volumes souterrains.

L'effet des radiations sur l'eau et les métaux

En présence de radioactivité et en particulier, en cas de forts rayonnements, les molécules d'eau sont cassées en deux radicaux : H⁺ et OH⁻ qui vont pouvoir ensuite se recombiner au hasard en différentes molécules comme en hydrogène gazeux (H₂), en eau oxygénée (H₂O₂)... pour former ainsi des composés très oxydants et très réducteurs ; tous ces composés vont ensuite être amenés à attaquer très fortement les métaux, qui par réaction, vont également produire de l'hydrogène gazeux (H₂) lors de cette intense corrosion.

LA QUESTION :
cela tiendra ?
ou mieux
cela tiendra
combien de
temps ?

PARI RISQUÉ OU NON ?

Construction ou exploitation : comprendre les dangers du site

L'ORIGINE DES RISQUES

Les risques liés à la nature de Cigéo (Matrice argileuse)

La nature même de ce stockage de déchets hautement radioactifs dans une roche saturée en eau (contrairement à du sel) et assez peu cohésive ou friable (contrairement à du granite, par exemple), et par conséquent nécessitant des soutènements et des enveloppes métalliques très importantes pour parer à l'effondrement des galeries et au fluage des terrains, produirait des quantités extrêmement importantes d'hydrogène.

Autrement dit, si ce projet a pour objet de constituer un stockage de déchets radioactifs, Cigéo va en réalité être une usine de production d'hydrogène.

L'estimation des volumes d'hydrogène produit par radiolyse de l'eau et par corrosion s'élève à environ 4.000 m³ additionné d'environ 1.000 m³ par la radiolyse additionnelle des colis contenant des matières organiques, soit environ 5.000 m³ par an au total.

L'hydrogène serait omniprésent dans ce stockage, et pourrait par conséquent servir selon les cas de :

- Gaz « Coussin » (Notion introduite par Jean Talandier dans le projet FORGE 09.12.2010) pour entraîner des gaz radioactifs hors des alvéoles en poussant par pression interstitielle l'eau des bouchons de bentonite avec un effet de soupape dans ces scellements,

- Fragmenteur de roche en élargissant par effet de pression les microfissures de la roche dans la zone d'endommagement (EDZ : Excavation Damaged Zone) générée lors du creusement,

- Combustible⁶ en cas d'incendie (chaleur de combustion : 10.786 kJ/m³, et avec une température de flamme de 2.045 °C),

- D'explosif⁶ redoutable, équivalent à 2,02 kg de TNT par m³ d'H₂.

Les risques liés à la conception de Cigéo (Alvéoles irradiantes)

Le fait d'avoir délibérément choisi des alvéoles irradiantes, autrement dit d'avoir volontairement opté vers une impossibilité de pouvoir pénétrer dans une alvéole à partir de l'introduction du premier colis, élimine toutes possibilités de pouvoir effectuer une action corrective de maintenance. Il serait extrêmement difficile, suite aux dégradations attendues et prévisibles des structures, de remplacer des capteurs, de réparer les systèmes de ventilation ou de manutention ou encore de pouvoir redresser des colis. Par exemple, en cas de non-conformité d'un colis (production trop forte d'hydrogène, gonflement trop important d'un colis bitumé, scellement défectueux ou corrosion trop importante d'un colis), il serait quasiment impossible d'intervenir pour corriger ces incidents.



RISQUES EN EXPLOITATION

L'exposition du personnel

Le personnel aurait à opérer dans un environnement doublement délicat selon la localisation, par le milieu souterrain confiné et très poussiéreux comme dans tous travaux miniers avec engins en zone travaux, mais également, par la présence de multiples sources radioactives potentielles en zone stockage.

Il est assez prémonitoire de lire dans les premiers dossiers de 2005 concernant le personnel : « Les principaux risques conventionnels à prendre en considération sont, au cours du processus de stockage, le risque d'écrasement de personnes consécutif à une chute de charges, une chute de blocs en galeries, une chute d'objets en puits, le risque d'écrasement par un équipement, le risque de heurt par un engin, le risque de collision entre engins, le risque de chute lié à des travaux en élévation (notamment en puits), le risque d'électrisation et le risque d'incendie... Maintenant existent également des risques inhérents à l'ambiance de travail (bruits, poussières, gaz carbonique et monoxyde de carbone émis par les engins...) »⁷.

En effet, il n'est pas inutile de rappeler le décès d'un technicien le 26 janvier 2016, suite au glissement d'un pan du front de taille, écrasé par la chute d'un bloc de pierre au sein d'une galerie d'essai dans le laboratoire ; cet accident faisant suite à un premier décès d'un technicien, heurté par la chute d'un objet lors des travaux de creusement d'un puits en mai 2002 dans ce même laboratoire.

Il est également ajouté : « Le risque potentiel d'origine chimique, pour les installations de surface et les concepts d'entreposage, a pour principales origines :

- Le gaz d'échappement des engins diesels acheminant les lorries dans le hall de réception,
- Les gaz toxiques émis par les colis MAVL,
- Tous les produits chimiques susceptibles d'être utilisés dans l'installation... et entreposés »⁸, avec comme résultat :

« Les conséquences potentielles pour l'homme sont l'intoxication, l'irritation des muqueuses, l'asphyxie et l'exposition à des produits cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction. Le personnel n'interviendra pas en fonctionnement normal dans les locaux où le risque de relâchement de gaz toxiques ou irritants sera élevé. Le risque d'exposition du personnel aux gaz d'échappement ne peut pas être écarté dans le hall de réception des emballages de transport, à ce stade des études »⁸.

On apprend également que : « Les risques de dispersion de substances radioactives résultent du transfert des hottes contenant un colis de stockage de type MAVL ou HA et de leur mise en alvéole de stockage. Durant ces opérations, du personnel est présent dans les ouvrages de liaison surface/fond, dans les galeries de liaison et d'accès »⁹, et « En fonctionnement normal, ce risque est dû à la contamination labile externe des hottes et des colis de stockage, et à l'émission de radionucléides gazeux par les colis de déchets »¹⁰.

S'y ajoutent les risques suivants : « les principaux événements redoutés susceptibles de conduire à un risque de dissémination sont la chute d'un colis ou d'une charge

PARI RISQUÉ OU NON ?

sur un colis, l'incendie. (...) Ces événements peuvent potentiellement entraîner une contamination des locaux où sont manutentionnés les différents colis, conduisant à une exposition interne des travailleurs et à un rejet dans l'environnement »¹¹.

Il est aussi noté que : « Le dimensionnement des protections radiologiques est basé sur les caractéristiques des substances radioactives (rayonnements émis, activités radiologiques, débit de dose) et les modalités d'exposition (temps d'exposition, distance par rapport aux substances radioactives, écrans...) du personnel et du public »¹², mais que « pour certaines situations qui nécessitent des interventions à proximité des sources radioactives qui n'ont pas une protection radiologique suffisante, la distance de l'intervenant par rapport, à la source et le temps d'intervention, pourront être utilisées comme mesures de protection »¹³.

Il semble que les risques se multiplient également dans le cas des opérations de fermeture des alvéoles qui prévoient un arrêt volontaire de la ventilation, il est noté à ce propos : « La durée de fermeture des alvéoles peut conduire à une formation d'atmosphères explosives au sein de l'alvéole en raison de l'arrêt de la ventilation. Cette situation présente un risque d'explosion qui pourrait endommager les équipements et blesser le personnel en charge de ces opérations. Une solution envisagée est de prévoir l'inertage de l'alvéole pendant ces opérations permettant ainsi de s'affranchir d'une explosion (...) L'inertage de la zone (consiste au) remplacement de l'oxygène (comburant) par un gaz inerte (l'azote) »¹⁴, mais on apprend en note de bas de page que : « Les dangers associés à la manipulation de l'azote

dans un milieu confiné, notamment le risque d'anoxie pour le personnel, seront évalués au cours des études détaillées »¹⁴.

Enfin, nous avons été réellement surpris de lire ces mots : « dans quelques cas (incendie avec dé-stratification des fumées et vitesse d'évacuation lente), on ne peut exclure à ce stade que les personnes pourraient être rejointes par les fumées et devraient utiliser leurs protections respiratoires et oculaires individuelles (...) si les personnes sont bien formées et disposent des moyens adéquats pour intervenir efficacement en cas d'incendie, elles parviennent généralement à éteindre le feu avant qu'il n'ait eu le temps de se développer »¹⁵.

A la lecture de ces phrases, on peut décemment se poser la question de la protection du personnel en cas d'incidents ou d'interventions dans les alvéoles (panne d'un engin télé-opéré, chute de colis...), et par qui ces procédures seront-elles vérifiées ?

Une explosion est de l'ordre du possible

Les dossiers de conception de l'Andra témoignent de l'importance de ces risques, et en particulier pour les alvéoles MAVL avec la radiolyse des matières organiques de certains colis (B2 particulièrement) ainsi « Les conséquences potentielles de ces dégagements de gaz de radiolyse sont :

- La formation d'atmosphères explosives dans l'enceinte où sont placés les colis : une explosion peut survenir, en présence d'une source d'ignition, si la concentration dans l'air du gaz dépasse sa Limite Inférieure d'Explosivité - La LIE est de 4% pour l'hydrogène et de 5% pour le méthane.



- La surpression au sein du colis de stockage pouvant conduire à sa rupture (voire explosion) en fonction de sa capacité à évacuer les gaz produits »¹⁶.

C'est pourquoi, non seulement, il est bien prévu de dimensionner la ventilation aux locaux et de prévenir le risque de surpression au sein des colis de stockage, mais il est également noté qu'il « est prévu d'évacuer l'hydrogène par le béton du couvercle et/ou de la paroi du colis (...) voire par des événements positionnés dans le haut du corps du colis si nécessaire »¹⁶, et qu'« en cas de dépassement des seuils d'alarmes (sur le taux d'hydrogène et/ou sur le débit de ventilation) l'installation sera mise en état sûr et le personnel évacué »¹⁶, mais que « la perte de la ventilation pourrait conduire à un risque d'explosion dans les locaux abritant des colis émetteurs d'hydrogène consécutivement à l'atteinte d'un taux d'H₂ supérieur à 4% »¹⁷.

Ce n'est pas tout : « Les sources de danger vis-à-vis du risque d'explosion sont principalement la présence d'appareils sous pression et le dégagement d'hydrogène lors de la charge des batteries... Concernant la présence de batteries, la prévention du

risque d'explosion lié à la charge des batteries repose sur le respect de la réglementation en vigueur, notamment sur l'utilisation des batteries étanches et une ventilation adaptée de l'atelier de charge ».¹⁹

Tout repose par conséquent sur la ventilation, la question logique concerne alors le temps de remise en état du système de ventilation, et on se met à ressentir une inquiétude certaine quand on lit : « Au stade actuel, un délai de plusieurs jours pour intervenir et remettre en service les systèmes de ventilation associés à ces alvéoles semble le plus vraisemblable »¹⁸.

Si les risques d'explosion sont traités et évités par une très forte ventilation des alvéoles et des galeries, comment s'assurer que, sur une durée séculaire d'exploitation, il n'y ait pas une seule interruption de quelques semaines de cette ventilation dans tout espace du stockage ? Comment dans un tel projet, avec tous ces véhicules, ces engins de manutention, les éclairages, et tous ces systèmes de contrôle, éviter la moindre étincelle fatale en présence de l'hydrogène omniprésent, une accumulation dans des parties non ventilées s'avérant toujours possible ?

Les risques d'explosion seraient liés à la génération continue d'hydrogène. En cas de dépassement de plus de 4% d'H₂ dans tout espace qui ne serait pas correctement ventilé (alvéole, galerie, hotte, colis), la moindre étincelle, qui pourrait être issue par exemple, d'une batterie défaillante et non étanche, d'un éclairage cassé, d'huile sur un moteur trop chaud, voire même des systèmes de contrôles et de surveillance eux-mêmes ou encore de frictions, peut produire une explosion.

PARI RISQUÉ OU NON ?

Les risques d'incendie seraient difficilement maîtrisables

La maîtrise d'un incendie dans un tel environnement souterrain serait particulièrement délicate à gérer :

- en premier lieu par le temps nécessaire à sa détection (265 km d'ouvrages souterrains),
- puis par les difficultés d'accès des pompiers (équipement nécessaire très lourd et très difficile à supporter après quelques centaines de mètres de marche),
- par la gestion difficile de l'importante ventilation (arrêt nécessaire, progressif, mais aussi extraction nécessaire des fumées),
- par l'utilisation restreinte de l'eau (milieu souterrain et argileux) et pour ne pas augmenter la criticité de certains colis (effet miroir pour les neutrons).

Les conséquences seraient alors encore plus graves par la fragilisation possible des structures en béton, la levée du confinement de substances radioactives dans certains secteurs, mais aussi, par une possible contamination de l'installation.

Ces risques sont majeurs et ne sont pas minorés par l'Andra quand on peut lire : « C'est dans ce contexte que l'Andra a porté une attention particulière au risque d'incendie, pour lequel le contexte souterrain peut être un facteur aggravant »²¹, et il est ajouté pour le limiter : « La prévention passe par le contrôle et la limitation des produits inflammables »²¹.

On peut difficilement ne pas relever une contradiction quand on apprend que, loin de participer à cette limitation, les colis

eux-mêmes sont inflammables, et peuvent contribuer à l'extension du risque : « Le colis de boues bituminées a été retenu (dans un scénario d'incendie) parmi les différents colis B parce qu'il est celui qui présente le plus de risques d'ignition (*Données spécifiques relatives aux conditions de température : Enrobé bitumineux : Auto-inflammation à 350°C*). »²², et que « ces colis d'enrobés bitumeux présentent la particularité de ne pouvoir être entreposés qu'en position verticale, afin d'éviter le risque d'extrusion du bitume hors du conteneur par fluage »²³.

En effet, des études récentes (Thèse de M. Mouazen du 15/09/2011 sur l'évolution des propriétés rhéologiques des enrobés bitumeux) ont montré que ces enrobés pouvaient augmenter jusqu'à 70% de leur volume initial par l'effet de l'irradiation et la présence de sels. Et il est noté, pour confirmer ces risques, que : « le bitume présente un risque d'inflammation qui peut impliquer des mesures spécifiques de prévention ou de protection pour limiter la température à moins de 120°C en conditions accidentelles »²³.

La question de l'élévation de la température est donc cruciale en cas d'incendie car on apprend d'une part :

« La température limite à ne pas dépasser pour le bitume (colis primaires MAVL d'enrobés bitumeux) est de 40°C en situation normale et de 50° C en situation incidentelle», mais également d'autre part, qu'en ce qui concerne les structures de béton :

« La température à ne pas dépasser pour le béton (colis primaires MAVL avec coques béton, colis de stockage MAVL et murs) est de 70°C en situation normale, et de 80°C en



situation incidentelle/accidentelle. Au-delà de ce seuil, la stabilité du béton change... et (présente alors) un risque de fissuration à terme »²⁴, mais on sait par ailleurs que : « le retour d'expérience sur des incendies en milieu souterrain donne des températures généralement comprises entre 800 et 1.200 °C »²⁵.

On peut prendre conscience du risque d'occurrence d'un incendie, non seulement dans les installations souterraines, « Dans la zone de stockage MAVL... la situation d'incendie est plus difficile à écarter et fera l'objet de simulations complétées d'essais d'ici à la DAC »²⁶ (DAC : Demande d'Autorisation de Création du stockage), mais également dans les installations de surface, quand on lit : « l'acheminement des emballages sur lorries depuis le terminal ferroviaire jusqu'au hall de réception des emballages par des engins diesel présente les opérations qui peuvent générer les incendies les plus importants (...) Les locaux qui présentent les risques d'incendie susceptibles de contaminer les installations et de relâcher des substances radioactives dans l'environnement concernent les lignes de déchargement et de conditionnement des colis primaires, ainsi que la capacité d'entreposage de transit des colis de stockage MAVL »²⁷.

Devant cette aussi forte probabilité de survenue d'un incendie, on a peine à croire que l'on pourrait en quelques heures, dans cette centaine de kilomètres de galeries, évacuer le personnel, faire venir les secours, arrêter la ventilation, et maîtriser le feu... avant que les structures ne se dégradent : « La conception des galeries devra permettre leur résistance au feu pour ne pas aggraver les situations d'incendie envisagées »²⁸. « La tenue au feu des murs, structures et galeries sera supérieure à deux heures pour l'évacuation du personnel, l'accès des secours et la protection des équipements sensibles »³⁰.

« Dans le cas d'un incendie en alvéole MAVL, la ventilation est arrêtée progressivement... une sectorisation de cette zone est envisagée »²⁹.

Enfin, on apprend et on relèvera une certaine honnêteté de l'Andra quand on nous prévient, que dans certains cas, il n'y aura pas de solutions : « Les incertitudes sur les résultats des simulations thermiques impliquant l'incendie d'un véhicule transportant un colis de stockage d'enrobés bitumeux, ne permettent pas à ce stade de s'affranchir du risque de relâchement radioactif en cas d'incendie »³¹.

Les risques d'incendie seraient sans doute les risques les plus graves et les plus difficiles à gérer par la présence concomitante dans une alvéole MAVL de l'hydrogène, des colis inflammables (de l'ordre de 10.000 tonnes de bitume pur au total, et cette forte ventilation obligatoire (plusieurs centaines de m³/s au total dans le stockage) pour justement évacuer l'hydrogène et les gaz radioactifs.

A PROPOS DES DÉCHETS BITUMÉS

Nature de ces déchets

Ces déchets dits « bitumés » ont été produits à partir du milieu des années 60 dans les usines de Marcoule (30) et de La Hague (50).

Des « boues » radioactives, obtenues par filtration et concentration d'éléments rejetés par les centrales nucléaires, ont été mises dans des fûts, et ces boues ont ensuite été enrobées dans du bitume. Cette méthode de confinement était plus simple, et surtout beaucoup moins chère que la cimentation ou la vitrification.

Ce procédé, abandonné désormais, reste aussi beaucoup plus risqué car il confère à ces déchets (75.000 colis en 2009, soit 9.700 tonnes de bitume pur) des caractéristiques qui les rendent particulièrement dangereux dans un stockage souterrain :

- Ils produisent des gaz inflammables (10 l/an/ colis en moyenne), notamment de l'hydrogène, gaz hautement explosif ;
- Ils peuvent prendre feu car le bitume est un combustible qui dégage des fumées très noires et des quantités de suies très importantes lorsqu'il brûle ;
- Le bitume peut gonfler avec le temps, sous l'effet des radiations (jusqu'à 70 % de son volume initial³²) mais aussi au contact de l'eau avec l'hydratation des sels qu'il contient³³, par l'eau provenant des phénomènes de suintement en paroi lors de la désaturation du massif³⁴. Ces déformations peuvent détériorer les enveloppes, provoquer des fuites ou faire éclater des fûts ;
- Ces déchets peuvent produire de la chaleur par des réactions dites « exothermiques » selon le contenu du fût et de la répartition des substances à l'intérieur. La température

interne de ces colis peut augmenter jusqu'à s'enflammer spontanément³⁵.

Ces déchets dans Cigéo

Ces déchets qui peuvent s'enflammer et qui produisent des gaz explosifs... peuvent être sujets aux déformations, fuites et éclatements... dans le temps : les dangers inhérents aux déchets bitumés paraissent évidents.

Si un seul de ces 75 000 colis prend feu, en 20 minutes et avec seulement 20 % des suies générées³⁶, les filtres des ventilations de leur stockage, seront bouchés.

Sans ventilation, l'hydrogène provoquera incendies et explosions. Et avec l'opacité due aux suies et fumées, toute intervention sera extrêmement difficile. Sans oublier le risque de propagation du feu aux colis adjacents. C'est pourquoi, dans son avis de 2017 concernant les Options de Sécurité, l'IRSN avait demandé assez logiquement, soit de neutraliser la dangerosité des colis de déchets bitumés, soit de revoir la conception de Cigéo.

Où en est-on ?

Un groupe de travail, mandaté par l'ASN en 2019 a passé en revue cette question. Sans une connaissance précise de chaque fût (son contenu, la répartition des matières et son âge), sans des contrôles et des examens exhaustifs, il reste impossible de connaître, et donc de maîtriser les risques qu'ils représentent.

Ces fûts peuvent être très différents les uns des autres, et sujets à des phénomènes physico-chimiques difficiles à étudier. Et en cas d'incendie, l'efficacité des moyens prévus par l'Andra pour maîtriser un début d'incendie



dans une alvéole de stockage n'a pas convaincu ces experts internationaux³⁷.

La conclusion rendue en 2019 est alors claire : il faudrait rendre ces déchets moins dangereux avant de les enfouir, mais cette neutralisation n'est à ce stade pas faisable industriellement³⁸, et surtout trop chère en l'état actuel des connaissances.

Que reste-t-il comme solution ?

Sans pouvoir neutraliser cette dangerosité, il faut alors revoir la conception des alvéoles de stockage de Cigéo. L'Andra a initié des études en ce sens, mais interrogée sur la question fin 2019, l'agence n'a rien livré sur leur état d'avancement.

La revue mandatée par l'ASN recommandait de rajouter 20 centimètres d'épaisseur sur les conteneurs en béton.

NOTES PAGE 20 à 25 :

Sauf indication contraire, les références ci-dessous sont relatives aux documents publiés par l'Andra sur www.Cigéo.com/documents, rubriques « Dossier 2005 », et « Etape 2009 ».

6 : www.aria.developpement-durable-gouv.fr / p. 4 - Accidentologie de l'hydrogène

7 : Dossier 2005 : Architecture, p. 445

8 : Etape 2009 : Sûreté, p. 144

9 : Etape 2009 : Sûreté, p. 211

10 : Etape 2009 : Sûreté, p. 212

11 : Etape 2009 : Sûreté, p. 129

12 : Etape 2009 : Sûreté, p. 218

13 : Etape 2009 : Sûreté, p. 219

14 : Etape 2009 : Sûreté, p. 229

15 : Dossier 2005 : Architecture, p. 465, p. 466

16 : Etape 2009 : Sûreté, p. 138

17 : Etape 2009 : Sûreté, p. 147

18 : Etape 2009 : Sûreté, p. 143, p.144

19 : Etape 2009 : Sûreté, p. 227

21 : Dossier 2005 : Stockage, p. 29

22 : Dossier 2005 : Architecture, p. 467

23 : Etape 2009 : Concepts d'entreposage, p. 242

24 : Etape 2009 : Sûreté, p. 137

25 : Dossier 2005 : Architecture, p. 469

26 : Etape 2009 : Sûreté, p. 216

27 : Etape 2009 : Sûreté, p. 139

28 : Etape 2009 : Sûreté, p. 233

29 : Etape 2009 : Sûreté, p. 234

30 : Etape 2009 : Sûreté, p. 235

31 : Etape 2009 : Sûreté, p. 236

32 : Thèse de Mouhamad Mouazen - 2011, page 179

33 : Thèse de Caroline Pichon - 2006, Annexe A,xi

34 : Thèse de Pierre Gérard - 2011, Page 175

35 : ASN-Rapport final de revue des déchets bitumés 28-06-19.pdf, page 15

36 : IRSN - Rapport-2017-0013-GPDOS-Cigéo-Tome 2.pdf, Page 84

37 : ASN-Rapport final de revue des déchets bitumés 28-06-19.pdf, page 42

38 : ASN-Rapport final de revue des déchets bitumés 28-06-19.pdf, page 33

En 2017, l'IRSN rend son avis sur le dossier d'options de sûreté (DOS) produit par l'Andra. Il pointe des inconnues récurrentes, auxquelles l'Andra doit répondre dans le cadre de sa demande d'autorisation de création de Cigéo (DAC), dont

- « *La maîtrise des risques liés à l'incendie dans un alvéole de stockage de colis d'enrobés bitumineux,*
- « *La prise en compte des conséquences de certaines situations accidentelles pour l'exploitation de l'installation souterraine* »,
- « *Les lacunes importantes dans la définition de la stratégie de surveillance et l'identification des moyens à mettre en œuvre* » (...)

En 2020, l'ASN rend son avis sur la gestion des déchets HA et MA-VL (PNGMDR)

- *L'ASN estime qu'au regard des conclusions de la revue externe sur la gestion des déchets bitumés (...) il est nécessaire que les producteurs mettent en œuvre un programme ambitieux de caractérisation des colis de déchets bitumés, indispensable pour développer la démonstration que tout ou partie des colis de déchets bitumés pourrait être stocké avec un haut niveau de sûreté sans traitement préalable dans l'installation en projet Cigéo.*
- *L'ASN estime par ailleurs que les colis de déchets bitumés dont la sûreté en stockage ne pourrait être démontrée devront faire l'objet de travaux complémentaires. A cet égard, les études concernant leur éventuel traitement préalable doivent être poursuivies avec pour objectif de permettre leur stockage dans des conditions sûres. Au regard des enjeux de sûreté, il est nécessaire d'explorer, en tenant compte du nombre de colis concernés, toutes les voies de traitement envisageables. (...)*