

# CIGEO, une faisabilité en question

Bertrand Thuillier

## Avant-propos

Même si ce projet a été présenté initialement sous la forme d'un laboratoire auprès des populations locales, il n'est plus question maintenant de douter de la nature du projet Cigéo qui sera bien un stockage des déchets nucléaires; ces derniers, appelés déchets MAVL et HAVL, respectivement déchets Moyenne Activité à Vie Longue et Haute Activité à Vie Longue concentreront une partie importante de la radioactivité totale des déchets et des matières nucléaires dangereuses produits en France.

Il nous a par conséquent semblé impérieux de revenir sur ce projet qui pourra concerner et présenter des impacts pour beaucoup de français, par des nuisances continues locales, mais également par des risques économiques au niveau régional, et enfin par des risques de sécurité au niveau national; en effet, pour ce dernier point, en cas d'incendie, des contaminations aériennes seraient importantes sur tout l'est de la France et pourraient contaminer également des affluents de la Marne, et par voie de conséquence présenter des impacts sur l'alimentation en eau des franciliens.

Également en avant-propos, il est à noter que tous les éléments présentés dans cet article sont issus des dossiers Argile 2005 et Argile 2009 du maître d'œuvre Andra, l'Agence chargée de la gestion des déchets radioactifs en France; ce choix a été délibéré afin que nous restions dans une information la plus factuelle et la plus proche des promoteurs de ce projet.

Trois volets sont abordés, correspondant à trois types d'impacts:

1. Les nuisances avec leurs impacts locaux, en commençant par la construction du site,
2. Les impacts économiques portant sur la dégradation des terroirs régionaux, et enfin,
3. Les risques de sécurité durant la période d'exploitation.

Avant de présenter ces éléments, une brève description du stockage est rappelée pour une meilleure compré-

hension, mais il sera bien entendu possible de se référer au dossier du maître d'œuvre pour préciser certains de ces éléments, le cas échéant.

## I – La description du projet

### *I-1- La construction*

Le stockage représente actuellement la construction à partir de 2019 d'une centaine de kilomètres de galeries, sur une surface souterraine de l'ordre d'une quinzaine de kilomètres carrés. Cette structure nécessitera l'extraction de 7 à 8 millions de m<sup>3</sup> de roche, soit annuellement durant la période de construction environ 550 000 m<sup>3</sup> de terre à excaver, 825 000 m<sup>3</sup> de terre à transporter en raison du foisonnement (décompression de la terre excavée), et 275 000 m<sup>3</sup> de béton à fabriquer.

### *I-2- Les déchets*

Trois types de déchets seront stockés:

- Les déchets dits « MAVL » 70 000 m<sup>3</sup> en volume non conditionnés, mais 350 000 m<sup>3</sup> en colis conditionnés ou 171 530 colis, dont 74 370 d'enrobés bitumineux
- Les déchets dits « HAVL » 10 000 m<sup>3</sup> en volume non conditionnés, mais 30 000 m<sup>3</sup> en colis conditionnés ou 60 000 colis.
- Des combustibles usés, non compris dans les inventaires actuels de Cigéo, mais qui pourraient constituer 90 000 m<sup>3</sup> en colis conditionnés ou 57 000 assemblages selon les études 2005.

### *I-3- Les transports*

Ces colis seraient acheminés dès la première décennie d'exploitation à partir de 2025 au rythme annuel de 700 à 1 000 emballages, soit 1 000 arrivées et 1 000 départs, soit 100 convois de 10 wagons environ par an pendant toute la durée de l'exploitation (100 à 120 ans), soit plus de 100 000 wagons.

### I-4- Les installations de surface

Deux types de zones sont à distinguer :

- Une zone dite « Descenderie » de 110 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 partie dite « de verse », de l'ordre de 130 ha, viendra compléter cette zone où sera déposée toute la terre excavée.
- Une zone dite « Puits », de 200 ha environ, est prévue pour regrouper les 4 puits de la structure : un pour les travaux, un pour le personnel, et les deux puits de sortie d'air.

### I-5- Les installations souterraines

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

- Des alvéoles dites « HAVL » horizontales, reliées par des galeries d'accès, d'une longueur d'environ 100 m, elles sont constituées de tubes d'acier en tronçons non soudés emboîtés, d'environ 70 cm de diamètre ; ces structures tubulaires permettront le passage et le stockage par poussage des colis HAVL jusqu'au fond de ces alvéoles.
- Des alvéoles dites « MAVL » de 6 à 9 m de diamètre et d'une longueur de 375 à 525 m ventilées avec des retours d'air vers les galeries de liaison ; ces sortes de tunnels, munis d'équipement de manutention sur rails, permettront le stockage de différentes formes parallélépipédiques de colis en béton.

## II – Les nuisances et les impacts locaux

### II-1- Emprise

Il est en premier lieu étonnant de constater une différence importante entre les surfaces nécessaires aux zones prévues (440 ha) et les réservations et achats de terres dès 2008 en Meuse et en Haute-Marne ; en effet, les réserves foncières de l'Andra au 31.12.2012 s'élevaient à 790 ha (440 ha en Meuse et 340 ha en Haute-Marne)<sup>1</sup>.

On ne peut s'empêcher de penser, même si des démentis oraux ont été donnés en 2012, que ces surfaces pourraient être utilisées pour de futurs entreposages complémentaires car on pouvait lire dans les documents de 2009 : « Certains besoins au-delà de 2025 pourraient être assurés par des capacités d'entreposage intégrées au centre de stockage, au lieu de la création ou de l'extension d'installations sur les sites de production ou de conditionnement<sup>2</sup> ». ou encore, « doter le site de stockage de capacités d'entreposage, en complément à celles du site de la Hague, serait susceptible d'accroître la flexibilité de gestion d'ensemble

des colis. À l'inverse, cela conduirait à anticiper les transports entre le site de la Hague et le centre de stockage, pour une même date de mise en stockage<sup>3</sup> ».

Ces extensions d'entreposage de refroidissement pourraient apparaître en complément du projet de stockage qui comportera de toute manière un entreposage tampon permanent pour des raisons logistiques évidentes de gestion des flux en arrivées et en départs.

Notre première interrogation porte sur l'information des populations, qui jusqu'à présent, étaient informées uniquement de la présence d'un laboratoire ; on peut rappeler à ce sujet les écrits de M. Bruno SIDO en 2004 : « à Bure, la situation est claire : les collectivités et les populations locales ont accepté un programme de recherche qui prend fin en 2006 et rien d'autre!<sup>4</sup> »

Ont-elles réellement conscience de l'emprise d'un tel complexe industriel dans des cantons ruraux dont les nuisances vis-à-vis d'une population de plusieurs milliers d'habitants ont été estimées par la Commission Nationale d'Évaluation, avec par exemple, le passage quotidien de 200 camions, la consommation de 500 m<sup>3</sup> d'eau par jour, et le rejet de 2800 tonnes de déchets industriels par an ?

### II-2- La question des transports

Si l'on poursuit le possible cours du projet Cigeo, il est prévu un démarrage de l'exploitation en 2025, et par voie de conséquence, le début des transports de ces déchets et des possibles contaminations :

« Le scénario de mise en stockage des déchets HA et des combustibles usés, actuellement envisagé..., prévoit un flux dans les installations nucléaires de surface pouvant aller d'une centaine de colis à 500 colis primaires par an. Les premiers colis primaires HA pourront être réceptionnés dès la première décennie d'exploitation... (et) de 1 000 à 5 000 colis primaires MAVL par an<sup>5</sup> ».

« Des contrôles de non-contamination des emballages de transport, des colis et des hottes seront réalisés systématiquement, les seuils d'acceptation pourraient être ceux de la réglementation des transports, à savoir une contamination labile (non fixée, limitée à 4 becquerels/cm<sup>2</sup> en émetteurs bêta, gamma et 0,4 becquerels/cm<sup>2</sup> en émetteurs alpha)<sup>6</sup> ».

Mais on apprend à la lecture des dossiers que « en 2007 des analyses réalisées sur 110 colis (B<sup>3</sup>.3.6) ont cependant révélé une contamination significative (supérieure à 4 Bq/cm<sup>2</sup>) pour 36 colis. La contamination moyenne relevée sur ces 36 colis était de 126 Bq/cm<sup>2</sup> et la contamination maximale de 1 000 Bq/cm<sup>2</sup>... Cette contamination avait pour origine la présence de corrosion perforante sur certains colis ou encore des soudures de couvercles présentant des défauts<sup>7</sup> ».

Par ailleurs, dans l'inventaire 2005, figurent « cinq toxiques chimiques présentent potentiellement de l'im-

3 - Argile 2009 : Concepts d'entreposage, p. 147

4 - B. SIDO - La lettre des Entretiens Européens, 2<sup>e</sup> sem. 2004

5 - Argile 2009 : Surêté, p. 107, p. 110, p. 115

6 - Argile 2005 : Architecture, p. 440

7 - Argile 2009 : Référentiel partie 2, p. 165

1 - Source CLIS du 22.02.2013

2 - Argile 2009 : Concepts d'entreposage, p. 138

portance compte tenu de leur teneur et de leur toxicité (et/ou effets cancérigènes)... pour les voies par ingestion et/ou inhalation :

le bore (311 à 771 tonnes),

l'antimoine (9 à 11 tonnes),

le nickel (2 031 à 2 800 tonnes),

le sélénium (3 à 4 tonnes), et

l'uranium (300 à 32 154 tonnes)<sup>8</sup> », 32 154 tonnes, pour le scénario S2 de 2005.

Il apparaît également que la manutention de ces très nombreux transports peut être la source de contamination des installations, et par conséquent de l'environnement :

« La manutention des colis primaires pourrait être la cause de leur chute et de leur endommagement, et les conséquences envisageables seraient une ouverture d'un (des) colis primaire(s) et une dispersion de matières radioactives<sup>9</sup> ».

Ces transports de 100 trains de 10 wagons environ par an pendant 100 ans, soit 10 000 trains, entraîneront inévitablement des contaminations radioactives qui seront principalement concentrées sur les voies d'accès au site (voies ferrées et gares, en particulier).

1. Est-il alors normal d'appliquer cette même réglementation générale des transports au vu d'une telle fréquence de passages et de colis ? (en considérant 5 000 colis uniquement et dans les limites de la réglementation, on arrive déjà à des niveaux de radioactivité non fixée de l'ordre de 800 millions de Becquerels<sup>10</sup> sur les voies ferroviaires et les routes de Haute-Marne/Meuse arrivant au stockage).
2. Comment s'assurer que lors de tous ces transports, il n'y ait pas un seul accident, ou un seul choc, et que des matières radioactives ou ces toxiques extrêmement dangereux ne soient rejetés dans l'environnement ?
3. Comment ne pas douter de l'innocuité pour les riverains et pour les usagers de ces voies de transport, en pensant tout particulièrement aux élèves présents en gare, aux personnels de la SNCF, et aux voyageurs qui seront en contact quotidien avec ces convois ?

### II-3- Les rejets gazeux

C'est une nuisance qui n'avait jusqu'alors jamais été communiquée aux populations locales. La question de ces rejets gazeux n'avait même pas été soulevée par les organismes chargés de l'information, comme le CLIS de Bure, avant 2012.

Ces éléments sont cependant bien présents dès les dossiers de conception de 2005 ; une pollution atmosphérique multiple constituée de radioéléments gazeux, d'aérosols radioactifs, de poussières, de fumées sera engendrée du fait de l'impérieuse nécessité de ventiler l'ensemble des alvéoles de stockage et des galeries d'accès et de travaux (ventilation globale de 500 à 600 m<sup>3</sup>/s).

8 - Argile 2005 : Évolution, p. 432

9 - Argile 2005 : Architecture, p. 449

10 - Contamination surfacique calculée moyenne par colis par 5 000

En effet, un grand nombre de colis de déchets MAVL ne peuvent et ne pourront être rendus étanches en raison de leur génération d'hydrogène (plusieurs centaines de milliers de L/an). On apprend à ce sujet dans les dossiers de l'Andra les faits suivants :

« En considérant que l'accumulation excessive d'hydrogène dans les conteneurs B (par radiolyse) peut entraîner un risque de rupture des colis, ceux-ci sont donc conçus pour laisser échapper l'hydrogène<sup>11</sup> »... « ainsi, « les colis B2.3 (15 780) et B2.5 (46 690) sont composés d'une enveloppe (fût) en acier inoxydable contenant l'enrobé bitumineux. Ces déchets sont constitués de boues issues du traitement chimique d'effluents liquides radioactifs, séchées et enrobées dans du bitume... Ces enveloppes sont fermées de manière non étanche à l'aide de couvercles clipsés... et une attention particulière est donc portée à la maîtrise des risques liés à la présence de l'hydrogène dans l'air des alvéoles et des galeries<sup>12</sup> ».

En effet, « dans le cas où la teneur en hydrogène de l'atmosphère de l'alvéole serait supérieure à la limite d'explosivité (4 % d'hydrogène), un renouvellement de l'atmosphère de l'alvéole doit être effectué<sup>13</sup> »... et il est ajouté, « comme pour l'hydrogène, les gaz radioactifs qui peuvent être relâchés par les colis de déchets MAVL (tritium, krypton 85, carbone 14, chlore 36) sont totalement évacués par l'air de ventilation<sup>14</sup> », « les alvéoles de déchets B sont ventilées durant toute leur phase d'exploitation, et jusqu'à leur fermeture. La durée de ventilation après mise en stockage pourra varier entre le temps nécessaire au remplissage de l'alvéole (fermeture immédiate) et quelques années à plusieurs dizaines d'années, voire davantage, en fonction des choix en matière de gestion réversible du stockage<sup>15</sup> », « l'air extrait en fond d'alvéole est évacué par une gaine jusqu'en surface via le puits de retour d'air de la zone MAVL... L'installation d'un étage de filtres industriels à l'introduction d'air et d'un étage de filtration « très haute efficacité » (THE) à l'arrière de l'alvéole... rendraient plus complexes la configuration du réseau d'aération et induiraient des opérations de maintenance supplémentaires de maintenance (filtres...)<sup>16</sup> ». « L'architecture du stockage... inclut deux puits de retour d'air, l'un dédié spécifiquement à la zone de déchets MAVL, le second assurant le retour pour le reste des installations. Ils permettent d'évacuer les débits d'air vicié importants mis en jeu (plusieurs centaines de m<sup>3</sup>/s) et l'évacuation des fumées en cas d'incendie<sup>17</sup> ».

Même si en 2012, cette absence de filtres THE a été démentie oralement, on peut se poser la question de la maintenance de ces filtres en aval des alvéoles et du

11 - Argile 2005 : Stockage, p. 112

12 - Argile 2009 : Référentiel partie 2, p. 41

13 - Argile 2005 : Architecture, p. 424

14 - Argile 2009 : Concepts d'entreposage, p. 282

15 - Argile 2005 : Évolution, p. 186

16 - Argile 2009 : Conception, p. 61

17 - Argile 2009 : Sécurité, p. 195



comportement et de l'efficacité de ces filtres essentiellement à base de cellulose en atmosphère humide.

L'Andra a également répondu en 2012 que ces rejets seraient minimes et soumis à autorisation, mais a-t-on estimé à sa juste valeur cette très importante pollution atmosphérique sur l'environnement proche, voire assez lointain selon les dominances des vents, avec les particules fines ?

On peut douter de ces estimations car, si l'on reprend les caractéristiques de chacun des types de colis prévus où sont mentionnés les rejets gazeux par an et par colis, et que l'on multiplie ces rejets par le nombre de colis estimés dans l'inventaire, on arrive par exemple pour l'Iode 129 au chiffre incroyable de 113 tonnes de rejets par an<sup>18</sup>.

Les populations à proximité sont-elles conscientes de ces relargages de gaz, et des dépôts de radionucléides qui se retrouveront ensuite concentrés dans toute la chaîne alimentaire (eau, cultures, pâtures, faune sauvage, potagers...)?

Ces contaminations sont confirmées quand on sait par ailleurs que l'OPE (Observatoire Pérenne de l'Environnement) répond à une demande de mesures autour du site, sur une surface de 900 km<sup>2</sup>, concernant les rejets de Chlore<sup>36</sup>, Sélénium<sup>79</sup>, Iode<sup>129</sup>, Radium<sup>226</sup>, Arsenic, Bore, Mercure<sup>19</sup>, et que cette même directive européenne Euratom recommande également un suivi sanitaire<sup>20</sup> des populations sur cette même surface.

### III – Les aspects économiques et les impacts régionaux

Notre démarche s'inscrit délibérément dans une approche de coût global ou de coût complet de ce projet ; ces coûts, bien entendu non exhaustifs, ont été approchés ou catégorisés selon trois axes :

- Un coût direct, qui est le coût estimé pour la création et l'exploitation du stockage,
- Un coût potentiel incluant la question de la réversibilité, en raison des incertitudes sur ces déchets,
- Un coût environnemental ou coût d'image, qui est à différencier selon les territoires concernés, mais qui impacte essentiellement le niveau régional.

#### III-1- Coût direct du site

Si on reprend les documents du dossier « Argile 2005 », il apparaît que « le coût indicatif du stockage est de l'ordre de 15 milliards d'euros en fonction des hypothèses retenues, le coût pourrait encore être modifié à ce stade<sup>21</sup> » ; en effet, quand on observe les documents de 2011, les coûts estimés ont déjà été multipliés par deux : « Le coût du stockage souterrain avait été chiffré en 2005 à 14,1 milliards d'euros (2003) par la DGEMP<sup>3</sup> (actuelle DGEC), soit 16,2 milliards d'euros (2010). Les chiffres qui sont aujourd'hui avancés sont sensiblement supérieurs. On cite les chiffres de 20 à 35 milliards d'euros (2010)<sup>22</sup> ».

Il nous a semblé néanmoins utile de comparer ces estimations avec les coûts du seul site comparable en exploitation dans le monde, le WIPP (Waste Isolation Pilot Plant). Cette comparaison est d'ailleurs issue des documents de l'Andra : « L'ensemble de quatre puits... peut se comparer au WIPP qui pour une profondeur comparable (650 m au lieu de 500 m), mais pour des flux moins importants (volume d'excavation annuel de quelques dizaines de milliers de mètres cubes, pas de béton, colis moins encombrants) comporte également quatre puits<sup>23</sup> ».

Ce projet américain qui reste très modeste en volume (10 fois plus petit en volume excavé annuellement)<sup>24</sup> coûtera au contribuable américain de l'ordre de 19 milliards de dollars<sup>25</sup>.

Il est ainsi facile de comprendre qu'il semblerait plus juste d'estimer les coûts du projet français entre 100 à 200 milliards d'euros.

Il est ainsi facile de comprendre qu'il semblerait plus juste d'estimer les coûts du projet français entre 100 à 200 milliards d'euros.

#### III-2- Coût potentiel de la réversibilité

La possibilité d'un arrêt du principe d'enfouissement des déchets nucléaires est déjà encadrée par la loi, et reste demandée dans les débats publics sous le terme de réversibilité. Mais cette réversibilité, qui reste à démontrer techniquement, ne semble malheureusement pas encore estimée, ni même provisionnée. Ainsi il est noté : « Le financement d'une opération éventuelle de retrait de colis ouvre une problématique à explorer d'ici 2015 : le financement d'une telle opération doit-il être assuré par la génération qui décidera de construire et d'exploiter un nouveau module de stockage, par exemple en constituant une provision pour une opération éventuelle de retrait futur, ou bien par la génération qui déciderait ultérieurement une opération de retrait de colis ? Cette question renvoie aux motivations possibles de la décision de procéder à un retrait de colis : objectif de valoriser un déchet, émergence de nouvelles techniques, choix sociétaux<sup>26</sup>... ».

On apprend également plus loin que le problème risque même de retomber à terme sur les collectivités locales : « La loi de 2006 fournit une structure de financement pour la recherche et la construction et l'exploitation de stockage et d'entreposage... Cependant, ces fonds ne couvrent pas le retrait potentiel des colis. Cette absence de financement spécifique pour le retrait entame la crédibilité de la notion de réversibilité... le coût associé au stockage et à sa réversibilité ne doit pas invalider des éventuelles options alternatives, ni incomber aux territoires d'accueil<sup>27</sup> ».

18 - Argile 2009 : Référentiel partie 2, p. 265

19 - ANDRA/OPE Appel à projets SOERE2012-2013, p. 3

20 - Euratom SRA Topic : Monitoring of the Environmental Reference State (6.3)/ Health Surveys.

21 - Argile 2005 : Stockage, p. 107

22 - CNE 2011-n°5, p. 29

23 - Argile 2005 : Architecture, p. 296

24 - Argile 2005 : Architecture, p. 261

25 - [http://www.powermag.com/nuclear/The-U-S-Spent-Nuclear-Fuel-Policy-Road-to-Nowhere\\_2651.html](http://www.powermag.com/nuclear/The-U-S-Spent-Nuclear-Fuel-Policy-Road-to-Nowhere_2651.html)

26 - Argile 2009 : Réversibilité, p. 24

27 - Argile 2009 : Réversibilité, p. 99

Comment serait-il alors possible que les territoires d'accueil, à savoir les départements de Haute-Marne et de Meuse, et respectivement, les régions Champagne-Ardenne et Lorraine puissent prendre à leur charge de tels montants en cas de nécessaire réversibilité (accidents, incendie, contaminations souterraines, législation d'interdiction d'enfouissement, par exemple)?

Il est certain que cette absence de financement remet en cause l'existence même d'une possible réversibilité.

### III-3- Coût environnemental régional

Le coût environnemental de la dégradation de l'air et des terrains (sol, contamination de l'herbe, des forêts avoisinantes, des cultures) n'est pas encore chiffrable en compte de bilan dans une comptabilité publique et/ou en dédommagements écologiques en terme de dégradation patrimoniale environnementale. Mais en restreignant l'analyse aux seules activités humaines financiarisées, il apparaît que dans les deux régions touchées, cette dégradation pourrait toucher des marques et des terroirs bien valorisés. En effet, la région Lorraine et la région Champagne-Ardenne sont caractérisées par des terroirs d'excellence, l'une par la qualité de ses eaux minérales, avec des marques comme Contrex, Vittel et Hépar, et l'autre par l'appellation champagne avec également des marques prestigieuses bien connues.

Est-ce que la valorisation des marques de champagne ne serait pas écornée avec un sous-sol champenois ainsi pollué? Si on ne devait, par exemple, ne prendre que la marque « Moët et Chandon », celle-ci est estimée en 2011 à 4,383 milliards de dollars<sup>28</sup>. Il n'est pas inutile de rappeler la chute malheureuse de la marque Perrier<sup>29</sup> suite à quelques pseudo traces de benzène, qui a eu un effet considérable et désastreux auprès des consommateurs américains.

C'est alors toute l'activité associée au champagne qui représente un chiffre d'affaire en 2011 de 4,4 milliards d'euros, avec un total de 30 000 emplois directs, auxquels s'ajoutent environ 120 000 travailleurs saisonniers durant la période des vendanges, qui serait touchée...

Il suffit à ce propos de rappeler les paroles de Jérôme Quiot, Président du syndicat général des vignerons des Côtes-du Rhône en 1995 :

*« Faire du site de Marcoule le lieu d'enfouissement des déchets ultimes de la filière nucléaire... ferait courir un très grand risque à l'image de nos vins auprès des consommateurs. », et plus loin, appelle à « éloigner de notre zone de production un projet très dangereux pour notre appellation<sup>29</sup> ».*

Il existe un exemple encore plus récent, celui du vignoble des coteaux du Tricastin qui a été obligé de changer de nom: « Les viticulteurs du Tricastin, qui bénéficiaient d'une AOC depuis 1973, cherchaient depuis des années à se démarquer du complexe

*nucléaire implanté à partir de 1974-1975 dans trois communes voisines. Une série d'incidents sur ce site, à l'été 2008, a précipité leur décision. Malgré un cortège d'analyses démontrant l'absence de radioactivité suspecte dans le vignoble, l'appellation a perdu 40 % de son volume en deux ans<sup>30</sup> ».*

Pourra-t-on alors faire de même : changer le nom de la région pour éviter que celui-ci ne salisse l'image de nos grandes marques de champagne ?

Pourra-t-on ne pas voir ces cohortes de journalistes « twitter » à la terre entière lors de l'arrivée des milliers de colis radioactifs, quand on a constaté que le passage d'un seul convoi (dernier transport de déchets de la Hague vers Gorleben fin novembre 2011<sup>31</sup>) a mobilisé autant de rancœurs et de contestations ?

Que pèseront alors les explications de l'ANDRA face à une communication subtile des autres vignobles, californien, australien, péruvien, qui sauront, bien entendu, habilement utiliser nos erreurs ?

## IV- La sécurité d'exploitation du stockage

Trois risques sont abordés dans ce chapitre : les expositions du personnel à des risques multiples et variés, les risques d'explosions, et le risque d'incendie. Tous ces risques sont détaillés, mais certains nous semblent réellement pouvoir conduire à des situations difficilement gérables, hors dimensionnement, comme par exemple, une situation critique d'incendie de longue durée, qui pourrait être totalement hors contrôle.

### IV-1- Les risques pour le personnel

Le personnel aura à opérer dans un environnement doublement délicat par le caractère confiné et très poussiéreux du milieu souterrain (comme dans tous travaux miniers avec engins), mais également, par la présence de multiples sources radioactives potentielles. Ces sources sont constituées de la contamination surfacique non fixée des colis primaires, des gaz radioactifs, mais aussi des débits de dose à proximité. Le risque peut même être très simplement d'entrer par inadvertance dans une des nombreuses zones plus ou moins sensibles, et accessibles selon les moments.

Pour tous ces points, il est en effet assez étonnant de lire les propos suivants 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'électrification et le risque d'incendie... Maintenant existent également des risques inhérents à l'ambiance

28 - <http://www.interbrand.com/fr/best-global-brands/best-global-brands-2008/best-global-brands-2011.aspx>

29 - <http://brandfailures.blogspot.com/2006/12/brand-pr-failures-perriers-benzene.html>

30 - [http://www.lemonde.fr/planete/article/2010/06/09/les-vignerons-du-tricastin-vont-rebaptiser-leur-aoc\\_1370014\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/article/2010/06/09/les-vignerons-du-tricastin-vont-rebaptiser-leur-aoc_1370014_3244.html)

31 - <http://www.spiegel.de/politik/deutschland/0,1518,800489,00.html>

de travail (bruits, poussières, gaz carbonique et monoxyde de carbone émis par les engins...)<sup>32</sup> ».

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 lorrys 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. », 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<sup>33</sup> ».

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<sup>34</sup> », 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<sup>35</sup> ».

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 sur un colis, l'incendie<sup>36</sup> ». « 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 ».

On comprend à la lecture du dossier 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<sup>37</sup> », 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<sup>38</sup> ».

32 - Argile 2005 : Architecture, p. 445

33 - Argile 2009 : Sécurité, p. 144

34 - Argile 2009 : Sécurité, p. 211

35 - Argile 2009 : Sécurité, p. 212

36 - Argile 2009 : Sécurité, p. 129

37 - Argile 2009 : Sécurité, p. 218

38 - Argile 2009 : Sécurité, p. 219

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 que « 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)<sup>39</sup> », et 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. »

Enfin, nous avons été réellement surpris de lire ces mots : « dans quelques cas (incendie avec déstratification 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 respiratoire et oculaire 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<sup>40</sup> ».

À la lecture de ces phrases assez déconcertantes, 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...). Quelles procédures et par qui seront elles vérifiées ?

#### IV-2- Les risques d'explosion

Les risques d'explosion sont très présents du fait de la génération continue d'hydrogène, conséquence de la radiolyse des colis ; en effet, en cas de dépassement de plus de 4 % d'H<sub>2</sub> 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, peut produire une explosion.

Cette génération continue d'hydrogène concerne tout particulièrement les colis de type B2 avec une production totale de l'ordre de mille m<sup>3</sup> d'H<sub>2</sub>/an. Cette production interdit, par voie de conséquence, tout arrêt de la ventilation (y compris pour fermer les alvéoles) durant une période de plus de 6 à 10 jours, et indépendamment de tout incident/accident/incendie qui pourrait arriver durant la durée séculaire de l'exploitation.

Les dossiers de conception de l'Andra témoignent de l'importance de ces risques : « Les conséquences potentielles de ces dégagements de gaz de radiolyse sont :

39 - Argile 2009 : Sécurité, p. 229

40 - Argile 2005 : Architecture, p. 465, p. 466



- 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 ».

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. »<sup>41</sup>, 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 »<sup>41</sup>, 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'H<sub>2</sub> supérieur à 4 %. Une explosion pourrait entraîner la perte d'une fonction de confinement<sup>42</sup> ».

Tout repose par conséquent sur la ventilation : « Les délais disponibles pour rétablir la ventilation en cas d'arrêt avant d'atteindre le critère de 1 % d'hydrogène dans l'alvéole sont variables... pour une valeur moyenne de 10 l/fût/an... le délai est de 10 jours... et pour une alvéole de colis B4.1 relâchant 100 l/fût/an... le délai disponible est à une valeur inférieure à 6 jours<sup>43</sup> ». Alors, à la question logique concernant le temps de la remise en état du système de ventilation, 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... les délais pour réaliser une intervention importante dans un milieu confiné difficile d'accès sont à estimer pour différents scénarios dégradés afin d'être en mesure de se prononcer sur leur compatibilité avec la maîtrise du risque d'explosion<sup>44</sup> ».

Mais 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<sup>45</sup> ».

On pourrait penser que tout cela sera bien surveillé, mais le système de surveillance lui-même constitue un danger dans ce contexte : « C'est aussi, la mise en œuvre du système d'auscultation (qui) veillera à

éviter la production d'étincelles, notamment dans les alvéoles susceptibles de produire de l'hydrogène. Les éventuelles sources d'énergie, notamment des batteries permettant une transmission sans fil, sont plus particulièrement concernées par ce risque<sup>46</sup> ».

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 ?

### IV-3- Les risques d'incendie

Les risques d'incendie sont sans doute les risques les plus graves et les plus difficiles à gérer par la présence concomitante de l'hydrogène (de l'ordre de 1000 m<sup>3</sup> produits par an), des colis inflammables (de l'ordre de 10000 tonnes de bitume pur au total), et de cette forte ventilation obligatoire (plusieurs centaines de m<sup>3</sup>/s) pour justement évacuer l'hydrogène et les gaz radioactifs. La maîtrise d'un incendie dans un tel environnement souterrain serait particulièrement délicate à gérer du fait des difficultés d'accès des pompiers, de la difficulté de gestion de l'importante ventilation (arrêt nécessaire, progressif, mais aussi extraction nécessaire des fumées), et des restrictions d'utilisation de l'eau pour ne pas augmenter la criticité de certains colis. Les conséquences seraient alors encore plus sensibles du fait de la fragilisation possible des structures en béton, de la levée du confinement de substances radioactives dans certains secteurs, mais aussi, d'une possible contamination.

Ces risques sont majeurs et ne sont pas minorés par l'Andra. On peut en effet lire que « 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<sup>47</sup> », et il est ajouté pour le limiter : « la prévention passe par le contrôle et la limitation des produits inflammables ».

Mais on peut difficilement ne pas relever une contradiction quand on apprend que loin de participer à cette limitation, les colis eux-mêmes inflammables, contribuent à l'extension du risque : « Le colis de boues bitumineuses 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)<sup>48</sup> », 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 conte-

41 - Argile 2009 : Sûreté, p. 138

42 - Argile 2009 : Sûreté, p. 147

43 - Argile 2009 : Sûreté, p. 226

44 - Argile 2009 : Sûreté, p. 227

45 - Argile 2009 : Sûreté, p. 143, p. 144

46 - Argile 2005 : Architecture, p. 393

47 - Argile 2005 : Stockage, p. 29

48 - Argile 2005 : Architecture, p. 467

neur par fluage<sup>49</sup> ». En effet, des études récentes (Thèse de Mouhamad MOUAZEN du 15/09/2011 sur l'évolution des propriétés rhéologiques des enrobés bitume) ont montré que le volume initial de ces enrobés pouvait augmenter jusqu'à 70 % sous 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 ».*

La question de la température est donc cruciale, et serait très dommageable en cas d'incendie car on apprend d'une part que :

- « 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<sup>50</sup> », mais également, d'autre part

- 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. »<sup>51</sup>; et on sait par ailleurs que « le retour d'expérience sur des incendies en milieu souterrain donnent des températures généralement comprises entre 800 et 1200 °C<sup>51</sup> ».

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<sup>52</sup> » (DAC : Demande d'Autorisation de Création du stockage), mais également dans les installations de surface, quand on lit : « L'acheminement des emballages sur lorrys 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<sup>53</sup> ».

Devant cette aussi forte probabilité d'occurrence d'un incendie, on a peine à croire ce qui est écrit : quelques heures dans cette centaine de kilomètres de galeries pour 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<sup>54</sup> ». « La structure-porteuse des installations du fond est conçue pour rester stable au feu 2 heures et n'être que faiblement altérée par un incendie<sup>55</sup> ». « La tenue au feu des murs, structures et galeries sera supérieure à 2 heures pour l'évacuation de personnel, l'accès des secours et la protection des équipements sensibles<sup>56</sup> ». « Dans le cas d'un incendie en alvéole MAVL, la ventilation est arrêtée progressivement... une sectorisation de cette zone est envisagée ».

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<sup>57</sup> ».

Qu'en serait-il alors en cas d'incendie d'une alvéole, cathédrale de stockage de 450 m de long et de 9 m de diamètre, pouvant contenir des centaines de tonnes de bitume pur, avec de l'hydrogène, les batteries des engins de manutention (stockeurs et ponts gerbeurs), et la ventilation ?

Devant ces risques d'incendie, comment ne pas penser aux conséquences éminemment dommageables pour l'environnement d'un incendie de longue durée si des infrastructures étaient touchées et les galeries d'accès contaminées ?

Est-ce que la nature de ce risque ne remet pas en cause la faisabilité même de l'enfouissement d'une telle concentration de déchets et de fait, du projet Cigéo lui-même ?

49 - Argile 2009 : Concepts d'entreposage, p. 242

50 - Argile 2009 : Sécurité, p. 137

51 - Argile 2005 : Architecture, p. 469

52 - Argile 2009 : Sécurité, p. 216

53 - Argile 2009 : Sécurité, p. 139

54 - Argile 2009 : Sécurité, p. 233

55 - Argile 2009 : Sécurité, p. 234

56 - Argile 2009 : Sécurité, p. 235

57 - Argile 2009 : Sécurité, p. 236