

## PROJET CIGEO ET AVIS ASN

Bernard Laponche<sup>1</sup> et Bertrand Thuillier<sup>2</sup> – 13 juin 2013

\*

### Table des matières

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. SUR LES ELEMENTS DE JUGEMENT DE L'ASN POUR LE DEBAT. ....</b> | <b>2</b>  |
| <b>2. LA NATURE DU PROJET CIGEO .....</b>                           | <b>2</b>  |
| <b>3. LA QUESTION DE L'INVENTAIRE : QUE VEUT-ON STOCKER ?.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>4. LES PHASES DU PROJET.....</b>                                 | <b>5</b>  |
| <b>5. REVERSIBILITE ET RECUPERABILITE .....</b>                     | <b>6</b>  |
| <b>6. LA QUESTION DE L'EXPLOSION D'HYDROGENE .....</b>              | <b>7</b>  |
| <b>7. CIGEO, DES RISQUES MULTIFACTORIELS ET ADDITIFS .....</b>      | <b>8</b>  |
| <b>CONCLUSIONS .....</b>  | <b>11</b> |

\*

L'ASN a publié le 16 mai 2013 un avis<sup>3</sup> sur le projet CIGEO (Centre industriel de stockage géologique). Le débat public sur le projet CIGEO a démarré le 15 mai 2013, sous la responsabilité de la Commission nationale du débat public (CNDP)<sup>4</sup>. Il doit se dérouler jusqu'au 15 octobre, avec une interruption au mois d'août.

Cette note analyse l'avis de l'ASN dont nous pensons qu'il remet en cause la légitimité et la valeur de ce débat, pour les raisons qui vont être exposées.

D'autre part, cette note aborde la question de la combinaison des défaillances possibles dans le système complexe que constitue l'installation CIGEO proposée, à l'image de ce qui a été mis en évidence par les grands accidents des réacteurs nucléaires, Three Mile Island, Tchernobyl et Fukushima.

---

<sup>1</sup> [www.global-chance.org](http://www.global-chance.org)

<sup>2</sup> [www.villesurterre.eu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=403](http://www.villesurterre.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=403)  
et [www.villesurterre.eu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=387](http://www.villesurterre.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=387)

<sup>3</sup> Avis n°2013-AV-0719 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 mai 2013 sur les documents produits par l'ANDRA depuis 2009, relatifs au projet de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde (ou projet CIGEO : Centre industriel de stockage réversible profond de déchets radioactifs en Meuse/Haute-Marne, sur le site de Bure.

<sup>4</sup> [www.debat-public-cigeo.org](http://www.debat-public-cigeo.org)

## 1. SUR LES ELEMENTS DE JUGEMENT DE L'ASN POUR LE DEBAT.

L'ASN a rendu son avis du 16 mai 2013 sur trois dossiers, remis par l'ANDRA entre 2010 et 2012 :

- le Programme industriel de gestion des déchets (PIGD) ;
- les résultats de la campagne de reconnaissance « sismique 3D » réalisé en 2010 ;
- les études sur le comportement à long terme des combustibles usés d'EDF en condition de stockage.

Pour élaborer son avis, l'ASN s'est appuyée sur l'IRSN et le Groupe permanent d'experts pour les déchets :

- a) Rapport de l'IRSN d'examen des études remises par l'ANDRA depuis 2009<sup>5</sup> qui a été transmis à l'ASN le 23 janvier 2013 et a été rendu publié le 22 mai 2013.
- b) Avis et les recommandations du Groupe permanent d'experts pour les déchets de l'ASN, émis lors de la réunion du 5 février 2013, qui ne figure pas encore sur le site de l'ASN.

### Commentaire :

On voit que tant le rapport de l'IRSN que l'avis du groupe d'experts, comme l'avis de l'ASN, n'ont pas été mis à la disposition du public avant le début du débat public, alors que ces documents, comme on le constatera par l'analyse de l'avis de l'ASN, mettent en évidence plusieurs problèmes d'importance. Il eut été nécessaire que le public (intéressé) puisse étudier ces documents avant le débat.

On est donc en présence d'un débat dont l'information est loin d'être complète.

La demande de report du débat reste donc parfaitement justifiée (nous verrons dans la suite que d'autres raisons militent dans le même sens).

## 2. LA NATURE DU PROJET CIGEO

Lorsque l'on parle du projet CIGEO, on se concentre en général sur la pertinence de l'enfouissement à grande profondeur des déchets radioactifs les plus dangereux sur de très longues périodes. On raisonne ainsi souvent sur une situation de stockage définitif et on en discute les risques à long terme (bouleversements géologiques, accès par des activités humaines lorsque l'on aura oublié la nature de ce stockage ou même le stockage lui-même, etc.).

Sur cette question du long et très long terme, l'avis de l'ASN n'est pas pleinement rassurant : « à l'avenir, l'ANDRA devra cependant combiner plus systématiquement approches déterministe et probabiliste, notamment pour évaluer l'impact du stockage et quantifier l'aléa sismique » et ,

« Cependant, l'ANDRA devra tenir compte des incertitudes résiduelles<sup>6</sup> en retenant à titre de précaution dans son évaluation de sûreté de l'installation de stockage un scénario comprenant une ou plusieurs discontinuités<sup>7</sup> traversant le Callovo-Oxfordien<sup>8</sup> afin d'évaluer la robustesse du stockage, même si la vraisemblance d'un tel scénario peut être considérée comme faible ».

---

<sup>5</sup> Rapport IRSN n° 2013-00001 intitulé « Projet CIGEO – Examen des études remises depuis 2009 ». Ce rapport comporte trois tomes, chacun relatif à l'un des rapports de l'ANDRA : Tome 1 – Programme industriel de gestion des déchets ; Tome 2 – Modèle de relâchement des combustibles usés ; Tome 3 – Analyse de la sismique 3D.

<sup>6</sup> Qu'est-ce qu'une « incertitude résiduelle » ?

<sup>7</sup> « Discontinuités » : seraient-ce des failles (failles profondes créées par la surrection alpine) ?

<sup>8</sup> Epoque du Jurassique de formation des argilites (mélange d'argile et de quartz) de la zone de stockage de Bure.

### Commentaire :

Ce qu'il nous paraît important d'examiner est la viabilité d'une opération industrielle telle qu'elle est actuellement présentée qui consiste à réaliser en parallèle les travaux de construction et d'agrandissement des installations souterraines de stockage et le remplissage progressif de ces installations par des déchets radioactifs pendant une période de cent ans environ.

En réalité, pendant une centaine d'années, de 2025 à 2130 environ, à côté d'un chantier en évolution (le creusement et l'équipement des galeries et alvéoles de stockage), on procéderait au chargement des colis contenant les matières radioactives, avec un « sas » d'entreposage d'une durée difficile à préciser (quelques semaines ?)<sup>9</sup> de façon à assurer un flux continu d'arrivée des colis et de leur stockage en profondeur. On aurait ainsi deux INB (installation nucléaire de base) : l'une en surface pour l'entreposage des colis « en transit » et l'autre en profondeur, pour leur stockage.

Et tout cela évidemment sans qu'aucun accident ne se produise, ni dans la zone d'entreposage (agression extérieure par exemple), ni dans la zone de stockage, pendant plus de cent ans...

Une telle hypothèse paraît extrêmement audacieuse, d'autant plus que, selon les dires mêmes de la directrice de l'ANDRA, reprenant les termes mêmes du directeur général de l'IRSN, il faut « *imaginer l'inimaginable* ». Il n'est pas nécessaire d'aller jusque-là si l'on examine ce qui s'est passé dans ces régions mêmes, les cent dernières années...

Le rappel des principes par l'ASN dans son avis ne laisse pas d'inquiéter :

*« le concept retenu pour le stockage devra permettre de maintenir l'impact radiologique au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre<sup>10</sup>, compte tenu de la connaissance scientifique acquise, de l'état des techniques et des facteurs économiques et sociaux ».*

Tout cela paraît bien relatif : et si le raisonnablement possible est inacceptable ?

Il faut bien prendre conscience que l'INB souterraine contiendrait des matières radioactives en grande quantité. Lorsqu'une anomalie est détectée sur un réacteur, on peut arrêter son fonctionnement (fissions et réactions en chaîne) et, si nécessaire, décharger le combustible dans un délai assez bref afin de permettre des interventions éventuelles.

Il n'en est pas de même dans l'INB souterraine : même si la récupération des colis est possible (voir 5.), c'est un processus long et par conséquent si un accident survient en zone souterraine, sa maîtrise peut être extrêmement problématique.

### 3. LA QUESTION DE L'INVENTAIRE : QUE VEUT-ON STOCKER ?

Le projet CIGEO présenté par l'ANDRA prévoit le stockage de deux types de déchets radioactifs : les déchets HA-VL (haute activité - vie longue) et les déchets MA-VL (moyenne activité - vie longue).

Les HA-VL correspondent aux résidus hautement radioactifs issus du traitement des combustibles irradiés des réacteurs nucléaires et vitrifiés à l'usine de La Hague. Leur niveau de radioactivité est de plusieurs milliards à plusieurs dizaines de milliards de becquerels par gramme et ils dégagent de la chaleur. Ils sont ensuite coulés dans un colis en inox et entreposés (et refroidis) à La Hague. Leur temps de refroidissement étant très long, les déchets actuellement existants ne seraient stockés dans CIGEO que dans environ quatre-vingt ans.

---

<sup>9</sup> Cela dépendra du rythme de chargement. On peut très bien imaginer que, pour une difficulté quelconque, celui-ci soit interrompu. On peut alors arrêter les transports pour ne pas dépasser la quantité possible d'entreposage, mais celui-ci risque d'être plein pendant des périodes relativement longues.

<sup>10</sup> Le principe ALARA (« *as low as reasonably achievable* ») qui illustre bien la « compétition entre sûreté et niveau de radioprotection et coûts.

Les déchets MA-VL sont variés : résidus issus du traitement des combustibles nucléaires usés (gainés des combustibles notamment) ; composants (hors combustibles) ayant séjourné dans les réacteurs nucléaires ; déchets technologiques issus de la maintenance des installations nucléaires, de laboratoires et installations militaires, du démantèlement... Plusieurs modes de conditionnement sont utilisés (vitrification, cimentation, bitumage). Leur niveau de radioactivité se situe généralement entre un million et un milliard de becquerels par gramme. Ils contiennent des quantités importantes de radionucléides à vie longue. Ces déchets seraient les premiers à être stockés.

L'ANDRA a établi la prévision des quantités de déchets à stocker sur une poursuite de l'exploitation des réacteurs des centrales nucléaires actuelles pour cinquante ans (plus EPR de Flamanville).

Les volumes de déchets HA-VL et MA-VL ont été ainsi estimés à environ 10 000 m<sup>3</sup> pour les HA (60 000 colis), soit 30 000 m<sup>3</sup> sous forme conditionnée en colis de stockage, et 70 000 m<sup>3</sup> pour les MA (180 000 colis), soit 350 000 m<sup>3</sup> sous forme conditionnée en colis de stockage.

On aurait donc différents types de colis de déchets : colis de produits de fission vitrifiés, colis de boues bituminées, colis de déchets de structure des assemblages combustibles compactés...

Par rapport à cet « inventaire », l'avis de l'ASN présente des considérations importantes :

**a) Point 2.1 d) :**

*« Cet inventaire sera un élément essentiel du décret d'autorisation de création dont une modification à la hausse constituerait une **modification notable**, soumise à une procédure complète d'autorisation sans préjudice d'un éventuel débat public ».*

**b) Point 4-a) :**

*« Toutefois, dans une démarche de sûreté et de robustesse à l'égard des choix énergétiques futurs, l'ANDRA doit poursuivre les études sur les options techniques de conception qui seraient à mettre en œuvre pour le stockage direct éventuel de combustibles usés afin que, en cas d'autorisation de la création du stockage, la possibilité technique d'accueil de combustibles usés reste préservé ».*

**c) Sur les colis bituminés :**

- *« Si une installation de stockage en couche géologique profonde est créée, seule sera autorisée l'admission des colis de déchets dont la sûreté de stockage aura été complètement démontrée ».* (Point 2.1 b)).

- *« La prise en compte dans l'inventaire de ces types de colis est justifiée, sans préjudice des dispositions prévues à l'alinéa b du 2.1 (ci-dessus) du présent avis pour ce qui concerne en particulier les risques d'incendie associés à la manutention et au stockage des colis de boues bituminées ».* (Point 2.2 b)).

- *« Il est important que les colis placés dans la première tranche soient aussi passifs que possible, c'est-à-dire que leurs caractéristiques soient très peu sensibles aux agressions qu'ils pourraient subir, afin de minimiser les conséquences des incidents qui pourraient survenir durant cette phase et de pouvoir retirer ces colis de manière sûre en cas de nécessité d'intervenir dans les alvéoles; dans cette perspective, les colis de déchets bituminés ne devront pas être stockés dans cette première tranche d'exploitation ».* (Point 2.3 b)).

**Commentaire :**

a) En termes simples, l'avis de l'ASN sur l'inventaire signifie que celui-ci ne doit pas se baser uniquement sur la poursuite de la politique actuelle de retraitement des combustibles issus des centrales nucléaires et donc de la production de plutonium, mais doit envisager le stockage

des combustibles irradiés tels qu'à la sortie du réacteur (et évidemment après refroidissement).

Il y a, d'ores et déjà, dans les piscines d'entreposage de La Hague, environ 1200 tonnes de MOX et 10 000 tonnes de combustible UO<sub>2</sub> usés qui ne seront pas retraités. Ce volume va croissant car le tonnage retraité annuellement est inférieur au tonnage déchargé des réacteurs EDF (environ 250 tonnes).

***Cette condition conduit à modifier de façon notable l'inventaire de l'ANDRA qui est proposé au débat public.***

En effet, l'inventaire des déchets qui seraient stockés dans CIGEO dépend bien évidemment, au-delà des déchets déjà accumulés, de la politique énergétique et donc de la politique nucléaire. Il est invraisemblable que le débat sur le stockage n'ait pas attendu les décisions de politique énergétique qui doivent être prises à la suite du débat national sur la transition énergétique. En tout état de cause, plusieurs scénarios pourraient être envisagés alors que le dossier de l'ANDRA n'en étudie qu'un qui suppose notamment une durée de fonctionnement de l'ensemble des réacteurs nucléaires d'EDF jusqu'à cinquante ans, ce qui est loin d'être acquis.

b) Si l'on comprend bien, il y a risque d'incendie avec les colis bituminés. Si on interdit leur chargement dans la « première tranche » du fait de ce risque, on ne voit pas ce qui justifierait de l'autoriser par la suite.

***Cette réserve nous paraît interdire de fait de procéder au stockage des colis bituminés, quelle que soit la phase de chargement. L'inventaire devrait donc retirer cette catégorie de déchets, ce qui remet en cause le projet actuel, soumis au débat public.***

#### **4. LES PHASES DU PROJET**

L'avis de l'ASN modifie profondément le calendrier de réalisation du projet, sur plusieurs points.

##### **a) Point 4-c) :**

*« La validation du concept d'alvéole retenu par l'ANDRA dans le dossier 2005 pour le stockage de combustible usé nécessiterait la réalisation d'une démonstration in situ afin de qualifier les systèmes de manutention des colis dans l'alvéole, notamment eu égard à la possibilité de retrait des colis sur des durées d'exploitation longues, compte tenu de l'exigence de réversibilité du stockage. Cette disposition serait à mettre en œuvre si le stockage direct de combustibles usés était décidé ».*

A partir du moment où, comme on l'a vu plus haut, la possibilité de stocker des combustibles irradiés en l'état doit faire partie de l'inventaire, alors cette validation doit être faite avant l'autorisation du projet et doit figurer dans la démonstration de la faisabilité du projet.

Les conteneurs prévus pour recevoir quatre assemblages combustibles UO<sub>2</sub> (environ 2 tonnes) pèsent 43 tonnes et ceux prévus pour un assemblage MOX, 8 à 10 tonnes. La manutention de ces colis ne serait pas banale.

##### **b) Point 1-c) :**

*« Certains éléments de démonstration de sûreté devront s'appuyer sur la réalisation de démonstrateurs ; à cet égard, la durée d'un an annoncée à ce jour séparant la construction d'un alvéole témoin MAVL inactif et la mise en actif de l'installation, prévue en 2025, pourrait s'avérer insuffisante »*

##### **c) Point 1-d) :**

*« Les producteurs de déchets concernés doivent prendre les marges nécessaires pour couvrir d'éventuels aléas sur les filières aval dans les études poursuivies de façon à disposer en temps voulu des capacités d'entreposage des déchets suffisantes préalablement à leur stockage en couche géologique profonde ».*

Ou l'on comprend que la question de l'entreposage est on ne peut plus d'actualité.

#### **d) Point 2.3-a)**

*« L'ordonnancement de stockage des colis, outre qu'il vise à répondre aux besoins des producteurs, doit aussi permettre d'acquérir l'expérience nécessaire pour évaluer et conforter les concepts de stockage retenus ; aussi, est-il essentiel, comme le prévoit l'ANDRA, qu'une phase de « montée en puissance » progressive de l'exploitation de l'installation de stockage géologique profond précède son exploitation courante, permettant ainsi d'acquérir un retour d'expérience suffisant sur le comportement géomécanique des alvéoles et d'éprouver les méthodes d'exploitation ».*

#### **Commentaire :**

Cette formulation est beaucoup trop vague.

Pour un projet industriel de ce type, sachant que les colis stockés sont loin d'être inertes et que de nombreuses questions restent en suspens, la notion de phase de montée en puissance n'est pas adaptée à la complexité du problème.

Si stockage en profondeur il y avait, il faudrait prévoir, avant la réalisation d'une installation d'une telle taille, une installation pilote de taille réduite où seraient effectivement stockés différents types de colis et dont on suivrait le comportement pendant une période suffisamment longue, c'est-à-dire au moins d'un demi-siècle. Dans le texte de l'avis, on ne s'arrête jamais, mais on « monte en puissance progressivement » tout en poursuivant les travaux pour réaliser une installation complète. Ne serait-ce que sur le plan économique, le risque est considérable.

## **5. REVERSIBILITE ET RECUPERABILITE**

### **a) Stockage et entreposage**

Les concepts d'entreposage et de stockage sont définis à l'article L.542-1-1 du code de l'environnement :

*« L'entreposage de matières ou de déchets radioactifs est l'opération consistant à placer ces substances à titre temporaire dans une installation spécialement aménagée en surface ou en faible profondeur à cet effet, dans l'attente de les récupérer. »*

*« Le stockage de déchets radioactifs est l'opération consistant à placer ces substances dans une installation spécialement aménagée pour les conserver de façon potentiellement définitive dans le respect des principes énoncés à l'article L. 542-1. [...] Le stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs est le stockage de ces substances dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet, **dans le respect du principe de réversibilité.** »*

### **b) Réversibilité et récupérabilité**

Le code de l'environnement dispose que *« le stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs est le stockage de ces substances dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet, dans le respect du principe de réversibilité »*. Par

réversibilité<sup>11</sup>, il faut entendre la capacité à revenir sur des décisions prises lors de la mise en œuvre progressive d'un système de stockage, afin éventuellement d'adapter tout ou partie de ce système. La récupérabilité, qui est un aspect de la réversibilité, désigne la capacité de récupérer des colis de déchets déposés en profondeur.

L'ASN souligne que les dispositions prises pour assurer la réversibilité du stockage ne doivent pas compromettre la sûreté en exploitation ou après fermeture de l'installation de stockage<sup>12</sup>. Elle considère que la réversibilité ne peut avoir qu'une durée limitée, et qu'elle nécessite des moyens de surveillance de l'installation adaptés. Enfin, l'ASN rappelle que, dans son avis du 1er février 2006, elle considérait que « **la décision de fermer l'installation de stockage, et donc de mettre fin à la réversibilité, devrait revenir au Parlement** ».

### Commentaire

A notre avis et selon ces définitions, la réversibilité implique la récupérabilité au moins pendant toute la durée du chargement du site de stockage, soit environ cent ans.

En effet, on ne peut pas imaginer que si un accident se produisait, ou bien si l'on décelait une anomalie grave dans le dispositif ou bien si une autre solution apparaissait pour le traitement des déchets, il ne soit pas possible de récupérer les déchets déjà entreposés dans le stockage souterrain. Il ne devrait donc pas y avoir de fermeture partielle tant que le chargement ne serait pas terminé et tant que le Parlement n'ait pas décidé de la fermeture de l'installation.

En fait, l'installation de stockage devrait être considérée comme une installation d'entreposage pendant toute la durée de son chargement et ne deviendrait une installation de stockage qu'après sa fermeture.

Ensuite, la discussion au Parlement sur la fermeture du site devrait traiter alors de la fin de la réversibilité et donc de la récupérabilité.

### 6. LA QUESTION DE L'EXPLOSION D'HYDROGENE

La question du risque d'explosion d'hydrogène n'est pas abordée dans l'avis de l'ASN.

Le dossier CIGEO présenté par l'ANDRA pour le débat public, on trouve sur cette question les paragraphes suivants (en 5.1 – 3) sous le titre « **Risque d'explosion** » :

*« Certains déchets MA-VL, notamment ceux contenant des composés organiques, dégagent de l'hydrogène. Cet hydrogène non radioactif présent dans les molécules des composés organiques est libéré, sous l'effet des radiations. Au-delà d'une certaine quantité, l'hydrogène présente un risque d'explosion en présence d'oxygène. Pour maîtriser ce risque, l'Andra fixe une limite stricte aux quantités d'hydrogène émis par chaque colis, qui fera l'objet de contrôles.*

---

<sup>11</sup> L'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) a publié en 2012 un guide intitulé « Réversibilité des décisions et récupérabilité des déchets radioactifs ». Les définitions suivantes sont proposées par l'AEN pour les termes « réversibilité » et « récupérabilité » :

« La réversibilité désigne la capacité à revenir sur des décisions prises lors de la mise en œuvre progressive d'un système de stockage, indépendamment de l'exercice effectif de cette capacité. Le retour en arrière est l'action concrète d'inverser ou modifier une décision, soit en changeant de direction, soit éventuellement en restaurant une situation antérieure. La réversibilité implique de prendre des dispositions afin de permettre le retour en arrière, le cas échéant ».

« La récupérabilité désigne la capacité à récupérer des déchets seuls ou sous forme de colis après leur mise en place dans un stockage, indépendamment de l'exercice effectif de cette capacité. La récupération est l'action concrète de reprise des déchets. La récupérabilité implique de prendre des dispositions afin de permettre la récupération des déchets, le cas échéant ».

<sup>12</sup> ASN : « CIGEO, projet de centre de stockage en couche géologique profonde, document mis à jour le 22 mai 2013.

*Pour éviter l'accumulation d'hydrogène, les installations souterraines et de surface seront ventilées pendant leur exploitation, comme le sont les installations d'entreposage dans lesquelles se trouvent actuellement ces déchets. Compte tenu de sa contribution à la sûreté de l'installation, la ventilation fait l'objet de mesures de fiabilisation pour réduire le risque de panne. De plus, des dispositifs de surveillance seront mis en place pour détecter toute anomalie sur le fonctionnement de la ventilation. Des situations de perte de la ventilation ont été envisagées. Les analyses de l'Andra montrent que, dans ce cas, on disposera alors de plus d'une dizaine de jours pour la rétablir, ce qui permettra de mettre en place les dispositions nécessaires.*

*Les conséquences d'une explosion au sein d'une alvéole de stockage ont néanmoins été évaluées. Les résultats montrent que les colis ne seraient que faiblement endommagés, ce qui ne compromettrait pas le confinement des substances qu'ils contiennent ».*

On peut ajouter que certains colis peuvent également dégager un certain nombre de gaz radioactifs : les déchets vitrifiés renferment les curiums 242 et 244 (100 fois plus actif que le 242) qui sont le siège de fissions spontanées ; des isotopes du krypton et du xénon (radioactifs et stables) sont formés. Les éléments stables proviennent de la décroissance des produits de fission de périodes courtes (exemple : l'iode 131 donne du xénon 131 qui est stable).

#### **Commentaire :**

On voit que deux conditions sont nécessaires pour éviter le risque d'explosion d'hydrogène :

i) Le premier élément pour supprimer le risque est de limiter la quantité d'hydrogène émis : il y aura une limite imposée pour chaque colis (limite imposée à l'exploitant fournisseur du colis de déchets et contrôle sur place à CIGEO).

On comprend en tout cas qu'il suffirait d'un colis défectueux pour que la quantité d'hydrogène libéré soit supérieure à ce qui est « acceptable ».

ii) Le second élément, le plus important, est la ventilation. L'ABDRA écrit que l'on a une dizaine de jours pour la rétablir.

Mais que se passerait-il si, pour une raison quelconque (puisque'il faut « imaginer l'inimaginable »), il n'était pas possible de rétablir la ventilation pendant une période beaucoup plus importante ? N'oublions pas que l'on raisonne sur une période d'au moins cent ans...

On nous dit alors qu'une explosion au sein d'une alvéole de stockage n'endommagerait que faiblement les colis. C'est une estimation à partir de modèles de calcul et il est très difficile d'apprécier la validité d'un tel résultat. On sait par expérience que lorsqu'un accident de ce type se produit, il est rare que les événements confirment parfaitement les estimations préalables : on l'a bien vu avec les réacteurs nucléaires.

#### **7. CIGEO, DES RISQUES MULTIFACTORIELS ET ADDITIFS**

A travers l'analyse des trois grands accidents de réacteurs nucléaires, encore très partielle dans le cas de Fukushima, on se rend compte que l'évaluation par les concepteurs des risques encourus, privilégie de séparer les situations d'anomalies ou de défaillances, de les évaluer séparément, et à des niveaux envisageables. Cette évaluation est déjà extrêmement difficile, repose sur des modèles de calcul complexes dont les paramètres sont ajustés sur des expériences limitées et sur le « retour d'expérience » des incidents et accidents. On comprend alors combien la juxtaposition, parfois fortuite, de ces situations de défaillances (erreur de conception, usure des matériaux, équipements, appareils) et d'agressions externes dans des systèmes complexes peut relever de l'impossible (d'où l'expression aujourd'hui à la mode : « il faut imaginer l'inimaginable »).



Il est frappant de constater que Cigéo, projet complexe d'enfouissement de déchets nucléaires, présente une approche des risques très similaire.

Rappelons rapidement ces risques qui sont bien présents, déjà mentionnés et non niés, mais également et malheureusement bien additifs, associés, reliés, peu modélisables, et non exhaustifs par définition :

a) Le dégagement d'environ 1 million de litres par an d'hydrogène<sup>13</sup> obligeant à une ventilation très forte et constante (500 à 600 m<sup>3</sup>/s) du stockage pour éviter d'arriver à une concentration explosive (au-delà de 4% d'hydrogène).

Ventilation indispensable qui ne doit pas être interrompue plus de 6 à 10 jours<sup>14</sup> dans une alvéole pour éviter l'atteinte de cette teneur, afin d'éviter ainsi tous risques d'explosion.

b) La présence de 21 000 tonnes de colis bituminés, soit 9 700 tonnes de bitume pur<sup>15</sup> au total, pour lesquels la limite d'auto-ignition est de 350°C, et qui peuvent également gonfler au-delà de leur conditionnement<sup>16</sup>, et conçus justement pour être non étanches<sup>17</sup>.

c) La présence de 47 390 colis<sup>18</sup> dont on a été incapable jusqu'à maintenant d'en connaître le contenu, et qui, pour cette raison, n'ont pas pu être rattachés à un type particulier.

d) La présence de colis HA, voire même de combustibles usés produisant de la chaleur<sup>19</sup> et qui doivent être traités avec des procédés à sec pour éviter un risque de criticité.

e) La possibilité d'accidents conventionnels<sup>20</sup> : chute d'un colis, collision entre deux véhicules, courts-circuits électriques, panne électrique, éboulements ...

f) L'inflammation possible des filtres à très haute efficacité (THE) prévus finalement pour empêcher les relâchements de particules en sortie d'alvéoles<sup>21</sup>.

---

<sup>13</sup> Calcul effectué en multipliant la production de certains colis MAVL par le nombre de colis envisagés.

<sup>14</sup> Dossier Argile 2009 ANDRA : « **les délais disponibles pour rétablir la ventilation en cas d'un arrêt de ventilation avant d'atteindre le critère de 1% d'hydrogène dans l'alvéole ... pour une alvéole de colis B4.1 relâchant 100l/fût/an ... abaissent le délai disponible à une valeur inférieure à 6 jours** » (Argile2009\_sûreté, p. 228, 227), mais noté par ailleurs « Plus d'une dizaine de jours » selon l'ANDRA.

<sup>15</sup> Calcul effectué en multipliant la composition en bitume de certains colis MAVL (B2, B3, B10 essentiellement) par le nombre de colis envisagés (inventaire 2009 ANDRA)

<sup>16</sup> Thèse de Mouhamad Mouazen, 2011, p.179, concernant le gonflement des enrobés bitumineux STE3 – gonflement maximal de l'ordre de 70%

Calcul effectué en multipliant la composition en bitume de de certains colis MAVL (B2, B3, B10 essentiellement) par le nombre de colis envisagés (inventaire 2009 ANDRA)

<sup>17</sup> Argile 2009 – Référentiel partie 2, page 56 : « Ces enveloppes sont fermées de manière non étanche à l'aide de couvercles clipsés »

<sup>18</sup> Argile 2009 – Référentiel partie 1, page 55

<sup>19</sup> Argile 2005, Evaluation de la faisabilité, p. 26, 47 : « L'objectif est de maintenir la température au contact des colis inférieure à 100°C », 600 W par colis au bout de 60 ans environ.

<sup>20</sup> Argile 2005, Architecture et gestion, p. 445 : « Les principaux risques conventionnels à prendre en considération ... sont 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... les risques inhérents à l'ambiance de travail (bruits, poussières, gaz carbonique et monoxyde de carbone émis par les engins ...)... deux risques associés à une perte temporaire de la ventilation dans les installations souterraines sont à noter. Il s'agit du risque d'explosion liée à l'émission de gaz explosifs en faible quantité par certains colis de déchets B (B2, B5) ... Le risque associé à la présence de colis exothermiques (colis C et CU) »

g) La présence de très nombreuses batteries<sup>22</sup> de forte puissance dans les galeries (engins de transport) et dans les alvéoles (portiques de manutention), mais dont on connaît la dangerosité vis-à-vis du risque et du déclenchement d'un incendie.

h) La construction des structures avec des bétons dits fibrés (fibres plastiques) pour des raisons de tenue, mais bien fragiles lors d'un incendie, avec une intégrité limitée à quelques heures<sup>23</sup> sous l'effet d'un foyer.

i) La fragilité à la torsion, sous l'effet de la chaleur, des rails insérés dans les radiers<sup>24</sup> des alvéoles, et qui alors, ne permettraient plus le déplacement des chariots et des portiques pour le retrait des colis.

Tous ces risques ont, bien entendu, été sérieusement étudiés séparément par le maître d'œuvre. Mais imaginons – n'oublions pas que l'on raisonne sur une période de plus de cent ans - que tous ces paramètres, ou une partie d'entre eux se mettent à l'orange. Un accident, une zone non ventilée, une goutte d'huile sur un moteur (flamme), une batterie défectueuse (étincelle), un début d'incendie d'un engin, des colis bitumineux sur l'engin, des fumées, une élévation de température, l'empêchement d'intervenir vite par conséquence, une décision malheureuse en réaction et l'on se trouve dans des situations incontrôlables :

- intervention trop tardive, et les galeries sont trop dégradées pour être accessibles aisément ;
- pas assez d'eau, et l'incendie se développe, trop d'eau, et on augmente le risque de criticité ;
- trop de ventilation, pour éliminer les fumées, mais le feu s'étend, un arrêt de la ventilation, et alors l'hydrogène s'accumule et augmente le risque d'explosion...

Il suffit de se rappeler les durées et les températures atteintes dans des catastrophes récentes : jusqu'à 1500°C dans l'incendie du tunnel du Mont-Blanc durant plusieurs jours avec l'inflammation de l'enrobé (4 à 6 % de bitume seulement), de l'incendie de Stocamine<sup>25</sup> dans les Mines de Potasse où les moyens conventionnels d'extinction de feu (eau) n'ont pas pu éteindre l'incendie, et où il a fallu deux mois par confinement pour le déclarer finalement éteint (mais avec, en résultat, la contamination potentielle de toute la nappe phréatique d'Alsace).

Et alors, que faire si la situation dégénère en un incendie de longue durée ? Les structures seraient endommagées, aucune possibilité de sortir les colis, aucune solution pour sceller les alvéoles avec le dégagement d'hydrogène et les risques d'explosion, aucune possibilité

---

<sup>21</sup> Thèse d'Aurélié Joubert, 2009 concernant les filtres THE, p.3&4 : Conception des filtres THE à base de carton avec silicone et liants organiques.

<sup>22</sup> Argile 2009, Options de conception : p. 49 : Plateau de transport de la hotte de transfert « des batteries sont envisagées sur des courtes distances » - Images p. 69 : Stockeur dans l'alvéole, p.72 : Pont gerbeur dans l'alvéole.

<sup>23</sup> Argile 2009, Options de sûreté : p.234, 235 : « *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... 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>24</sup> Argile 2009, Options de conception : p.67 : « *le chariot porteur qui se déplace sur des rails encastrés dans le radier du génie civile de l'alvéole de stockage* »

<sup>25</sup> <http://www.stocamine.com/incendie-bloc-15-stocamine.html>

d'approche avec les risques de contaminations, aucun accès aux autres zones de stockage ou de construction, et conséquemment, la perte de ventilation des zones de stockage en aval du foyer, et peut-être même jusqu'à ce que des assemblages perdent leur géométrie sous-critique.

Alors, comment de pas s'inquiéter d'un tel projet ? Il faut rappeler que l'incendie est noté comme possible par l'ANDRA : « *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>26</sup>), les dommages seraient alors infiniment élevés : pollution atmosphérique continue, rejets de radionucléides par les puits d'accès, contamination des eaux de la Seine par la Marne.

***La question fondamentale se pose alors : peut-on réellement modéliser tous ces risques et les décisions et procédures associées dans un environnement aussi hostile et cela pour une durée d'exploitation d'au moins cent ans ?***

## CONCLUSIONS

1. L'avis de l'ASN du 16 mai 2013 pose suffisamment question pour que le débat public organisé par la CNDP soit reporté, ne serait-ce que parce que l'inventaire des déchets prévu pour l'enfouissement ne pourra être décidé, éventuellement sous le forme de situations alternatives, qu'après le vote de la loi sur la transition énergétique.

Cette constatation est renforcée par la demande faite par la CNDP dans son communiqué du 28 mai 2013 :

*« Enfin, la CNDP souhaite que l'ANDRA, EDF et AREVA soient rapidement saisis afin de déterminer l'impact, sur le projet Cigéo, des 4 scénarios sur le futur bouquet énergétique envisagés dans le cadre du débat national sur la transition énergétique, répondant ainsi aux observations récentes formulées par l'ASN ».*

Se pose également de façon très sérieuse la question de la pertinence de prévoir l'enfouissement de colis bituminés, du fait du risque d'incendie, comme l'a souligné l'avis de l'ASN.

2. Le projet CIGEO présente un caractère exceptionnel puisqu'il constituerait la première réalisation industrielle de l'enfouissement de déchets radioactifs à grande profondeur.

Le plus étonnant dans cette entreprise est que l'on passe directement d'une étape de recherche expérimentale dans le laboratoire de Bure qui, rappelons-le, n'a pas compris d'essais sur des colis radioactifs, à une installation d'une taille industrielle considérable puisqu'il s'agirait de stocker, pendant une période de cent ans, environ 350 000 m<sup>3</sup> de colis contenant des produits radioactifs de haute et moyenne activité et à vie longue, donc les plus dangereux et sur des périodes de temps considérable.

Dans toute démarche industrielle de ce type, on ne passe pas de travaux en laboratoire à une installation industrielle de grande taille sans une étape de démonstration sur une installation pilote de taille réduite mais capable de tester l'ensemble des opérations et sur les différentes catégories de colis.

Ne pas le faire, c'est un peu comme si on avait voulu passer d'un seul coup de la pile Zoë du fort de Châtillon (1947) à l'EPR de Flamanville (2016?).

---

<sup>26</sup> Argile 2009, Options de sûreté : p.216

Il paraît absolument indispensable que, si l'on veut réaliser un enfouissement du type de celui de CIGEO, une phase de démonstration sur un projet pilote soit réalisée et testée pendant plusieurs dizaines d'années, avant de pouvoir décider une réalisation à grande échelle.

Trop de risques ont été mis en évidence sur la solution actuellement proposée pour que l'on se lance de façon aussi rapide dans le projet CIGEO actuel.

Le démonstrateur doit être en mesure de tester les différents scénarios d'accident et de prouver que la sûreté des stockages est assurée.

3. En tout état de cause, l'entreposage des déchets radioactifs, sous leurs différentes formes, et en particulier les combustibles usés non retraités, actuellement en piscines auprès des réacteurs ou à l'usine de La Hague, est une réalité.

Ces entreposages ne sont pas sans risques dans la mesure où, tant à La Hague qu'auprès des centrales, ils ne sont pas dans des bâtiments « bunkerisés » (ni à l'intérieur des enceintes de confinement des réacteurs), et par conséquent très vulnérables vis-à-vis d'agressions extérieures.

On a vu également qu'une installation d'entreposage serait prévue dans le projet CIGEO et présenterait le même défaut.

Il nous paraît que la sécurisation des installations d'entreposage actuelles est une mesure de première urgence, plus importante pour la sûreté générale du système que le projet CIGEO tel qu'il est actuellement envisagé.

La solution préférable serait de réaliser des installations d'entreposage sécurisées, en bunker ou en sub-surface, prévues pour une durée de plusieurs siècles, et de réaliser en parallèle des démonstrateurs pilotes en profondeur, si cette option est maintenue au vu de considérations éthiques et scientifiques que nous n'avons pas abordé dans cette note.