



**Direction des déchets,  
des installations de recherche et du cycle**

Montrouge, le 2 août 2016

N/Réf. : CODEP-DRC-2016-021886

**Le directeur général adjoint de  
l'Autorité de sûreté nucléaire**

à

**Monsieur le Président du Groupe  
permanent d'experts pour les déchets  
Monsieur le Président du Groupe  
permanent d'experts pour les  
laboratoires et les usines**

**Objet :** Projet de stockage Cigéo – Examen du dossier d'options de sûreté

**Annexes :** [A] Références  
[B] Éléments dont la déclinaison dans les documents remis par l'Andra doit être examinée lors de l'instruction du dossier d'options de sûreté  
[C] Rappel des demandes, recommandations et engagements issus de l'instruction des dossiers « 2005 – argile », « Jalon 2009 », « Dossiers remis entre 2009 et 2012 », « Jesq03 », « Ouvrages de fermeture » et « Maîtrise des risques en exploitation » dont la prise en compte doit être examinée au stade du dossier d'options de sûreté

Messieurs les Présidents,

La loi du 28 juin 2006 [1] prévoit la poursuite des études et recherches sur le stockage réversible en couche géologique profonde *« de sorte que, au vu des résultats des études conduites, la demande de son autorisation prévue à l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement puisse être instruite en 2015<sup>1</sup> »*.

Le débat public préalable au dépôt de la demande d'autorisation de création pour une telle installation, prévu par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, s'est tenu du 15 mai au 15 décembre 2013. À la suite de ce débat, l'Andra a proposé une modification du calendrier de développement du projet Cigéo par délibération de son conseil d'administration du 5 mai 2014 [2] en intégrant en particulier le dépôt en 2015 d'un dossier d'options de sûreté (DOS) préalablement à la demande d'autorisation de création, ainsi qu'une phase industrielle pilote avant le fonctionnement à cadence industrielle de l'installation.

<sup>1</sup> La proposition de loi des sénateurs G. Longuet et C. Namy précisant les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue, adoptée par le Parlement le 11 juillet 2016, prévoit de remplacer « 2015 » par « 2018 ».

Cette phase industrielle pilote aura pour objectifs, selon l'Andra, « *de conforter en conditions réelles et en complément des essais réalisés dans le laboratoire souterrain :*

- *la maîtrise des risques dans les conditions d'exploitation ;*
- *les performances des équipements industriels ;*
- *la capacité à retirer des colis de déchets de leur alvéole de stockage ;*
- *la capacité à surveiller les ouvrages de stockage ;*
- *la capacité à sceller les alvéoles et galeries. »*

Conformément à cette stratégie, mais avec un calendrier une nouvelle fois décalé, l'Andra a remis en avril et mai 2016 [3 et 4] à l'ASN un DOS pour Cigéo contenant : une proposition de plan directeur pour l'exploitation, un dossier d'options de sûreté en exploitation, un dossier d'options de sûreté après fermeture, un dossier d'options techniques de récupérabilité, une esquisse de la notice présentant les capacités techniques de l'exploitant, les spécifications préliminaires d'acceptation des colis primaires dans l'installation et deux notes sur l'adaptabilité de Cigéo pour le stockage des combustibles nucléaires usés et les déchets prévus dans les réserves de l'inventaire. Ce dossier se positionne entre la fin des études d'avant-projet sommaire et le début de celles de l'avant-projet détaillé.

Le dépôt d'un DOS marque l'entrée du projet dans un processus encadré par la réglementation relative aux installations nucléaires de base (INB), notamment par l'article 6 du décret du 2 novembre 2007 [16].

L'ASN a, jusqu'à présent, rendu des avis au Gouvernement sur les études sur la faisabilité du concept de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde et leur avancement (dossiers « Argile 2005 » et « Jalon 2009 ») [6, 7]. Elle a plus récemment pris position sur les documents produits entre 2009 et le débat public qui s'est tenu en 2013<sup>2</sup> [8], sur le jalon intermédiaire de conception au stade de l'esquisse<sup>3</sup> présenté par l'Andra en 2012 [9], sur les ouvrages de fermeture<sup>4</sup> [10], sur les risques en exploitation<sup>5</sup> [11], sur le coût du projet [12] et sur le plan de développement des composants du projet<sup>6</sup> [13].

L'ASN a par ailleurs rendu des avis sur les études relatives à la gestion des déchets de haute, moyenne et faible activité à vie longue remises en application du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2013-2015, en vue de l'élaboration du plan 2016-2018 [14, 15]. Les orientations définies dans ces avis devront notamment être prises en compte par l'Andra pour la préparation de la demande d'autorisation de création de Cigéo.

Je vous demande d'analyser l'ensemble des documents constituant ce DOS dans le cadre d'une instruction unique. Je tiens à souligner que l'ASN a demandé à l'Andra de compléter les spécifications préliminaires d'acceptation des colis dont le contenu est à ce jour insuffisant pour permettre une instruction. Concernant ce sujet, je vous demande de me tenir informé de toute difficulté qui pourrait conduire à rendre un avis partiel sur le DOS de Cigéo.

---

<sup>2</sup> PIGD VA, dossier « Projet Cigéo – Modèle conceptuel du milieu géologique du site de Meuse / Haute-Marne », dossier « PNGMDR – Point d'avancement sur le développement d'un modèle opérationnel de relâchement des radionucléides par les combustibles usés des réacteurs d'EDF en conditions de stockage » et « Commentaires de l'Andra sur le rapport final de l'examen critique du programme de l'Andra sur les recherches effectuées dans le laboratoire souterrain de Bure et sur la zone de transposition pour définir une ZIRA », préparé par l'IEER en juillet 2011 pour le CLIS de Bure

<sup>3</sup> Dossier « Projet Cigéo – esquisse (2012) – document de synthèse des évolutions par rapport au dossier 2009 et impact sur la sûreté »

<sup>4</sup> Dossier « projet de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde – ouvrages de fermeture »

<sup>5</sup> Dossier « projet de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde – maîtrise des risques en exploitation au niveau esquisse du projet Cigéo »

<sup>6</sup> Dossier « plan de développement des composants du projet Cigéo »

Compte-tenu des spécificités liées au développement d'une installation de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde, l'ASN a fait part à l'Andra, en décembre 2014, de ses attentes sur le contenu de ce DOS [16]. Je vous demande d'examiner leur bonne prise en compte dans le DOS [3 et 4], afin notamment de s'assurer que l'Andra développe son installation en conformité avec l'approche itérative prévue dans le guide de sûreté<sup>7</sup> de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde [17] pour l'élaboration de la démonstration de sûreté de l'installation.

Je souhaite que vous examiniez également la manière dont l'Andra intègre les exigences applicables à toutes les INB, exigences précisées dans l'arrêté du 7 février 2012 [18] et dans la décision de l'ASN du 17 novembre 2015 relative au rapport de sûreté [19], dans sa démarche d'établissement de la démonstration de sûreté de son installation, en veillant à la bonne intégration réciproque des sujets liés à la sûreté en exploitation avec ceux liés à la sûreté après fermeture.

Je vous demande enfin d'examiner la prise en compte par l'Andra des demandes et engagements formulés lors des précédentes instructions [6 à 13] attendus à ce stade de développement du projet, et leur état d'avancement pour ceux attendus à une échéance ultérieure.

L'ASN a par ailleurs demandé à l'AIEA d'organiser une revue internationale sur des éléments du dossier remis par l'Andra [3, 4]. Cette revue portera en particulier sur le programme de R&D en lien avec le développement du projet, la surveillance et la définition des scénarios pour la sûreté en exploitation comme à long terme. Les résultats de cette revue seront portés à la connaissance des groupes permanents d'experts, en tant qu'éclairage complémentaire dont vous pourrez tirer profit pour formuler votre avis.

Sur la base des résultats de l'instruction technique réalisée par l'IRSN et de la revue internationale par les pairs menée sous l'égide de l'AIEA, qui seront présentés aux membres des GPD et GPU, l'ASN souhaite recueillir l'avis des groupes permanents d'experts que vous présidez sur le dossier précité. Je souhaite que vous examiniez en particulier les sujets listés ci-dessous, notamment identifiés lors des précédents travaux d'analyses menés sur ce projet. Pour chacun de ces sujets, vous évaluerez leur prise en compte dans les documents remis par l'Andra, ainsi que, le cas échéant, la pertinence des hypothèses, démarches, objectifs de performance et concepts retenus, notamment en termes d'études ou justifications complémentaires qui seront nécessaires pour constituer une demande d'autorisation de création.

---

<sup>7</sup> Le guide de sûreté de l'ASN [17] introduit plusieurs notions essentielles sur le stockage en couche géologique profonde :

- **le système de stockage** : « *Le système de stockage en formation géologique profonde est constitué des colis de déchets, de l'installation de stockage et du milieu géologique. L'installation de stockage comprend les ouvrages de stockage des colis de déchets et les ouvrages d'accès.* » ;
- **l'approche itérative** à mettre en place pour la préparation de la démonstration de sûreté : « *La démarche de sûreté est fondée sur un processus itératif d'évaluation de la sûreté du stockage après fermeture. **Ce processus est réalisé périodiquement aux différentes phases de développement d'une installation de stockage**, depuis sa conception jusqu'à sa fermeture. Ces évaluations conduisent à confirmer ou à réviser des dispositions fixées à l'étape précédente, en vue d'établir la démonstration de la sûreté du stockage.*  
**L'approche itérative devra, à chaque étape, porter sur les trois aspects complémentaires suivants :**
  - *la vérification du caractère favorable, pour la sûreté, des performances des composants du système de stockage censés participer aux fonctions de sûreté pris isolément (colis, composants ouvrages, roche hôte), puis, dans leur ensemble ;*
  - *l'évaluation des perturbations apportées, dans le système de stockage, par les interactions entre ses différents composants et l'estimation des conséquences de ces perturbations sur la réalisation des fonctions de sûreté, compte tenu des dispositions préventives et palliatives retenues dans la conception du système pour minimiser les perturbations ou leurs effets ;*
  - *la modélisation du comportement futur du système de stockage pour un jeu de scénarios représentatifs de la situation de référence et des situations altérées, ainsi que l'estimation des risques radiologiques et chimiques associés à chacun de ces scénarios.* ».

Votre analyse portera sur les référentiels réglementaire, normatif et technique retenus par l'Andra ainsi que sur la prise en compte du retour d'expérience national et international.

Concernant l'installation et son environnement, vous examinerez les performances retenues des composants du système de stockage pris isolément puis dans leur ensemble, en portant une attention particulière :

- à la démarche de conception et d'optimisation de l'architecture et des concepts de référence retenus et aux principes de construction et d'exploitation ;
- aux objectifs de sûreté retenus, à la démarche d'établissement des domaines de fonctionnement et aux paramètres clés associés aux composants du système de stockage jouant un rôle pour la sûreté ;
- à l'inventaire en éléments radioactifs et chimiques des familles de colis de déchets retenues par l'Andra et aux fonctions et critères de performance attribués à ces colis. Le cas des colis de déchets bitumés fera en outre l'objet d'une évaluation spécifique, au regard de leur réactivité et comportement au feu ;

Pour ce qui concerne la sûreté du stockage pendant sa phase d'exploitation, vous examinerez notamment les choix de construction, et de fermeture de l'installation proposées par l'Andra, les risques particuliers liés à l'exploitation de l'installation souterraine (notamment liés au vieillissement, à la ventilation, à la manutention et à la gestion des co-activités), les analyses des risques d'origines internes et externes et les premières évaluations complémentaires de sûreté présentées au stade du DOS.

La pertinence de l'organisation mise en place par l'exploitant pour intégrer les FOH dans la conception ainsi que la démarche d'identification des activités humaines fera également l'objet d'un examen spécifique de votre part.

Pour ce qui concerne la sûreté après fermeture, vous analyserez tout particulièrement la modélisation du système de stockage (hypothèses, outils, phénoménologie, marges, incertitudes...).

Je souhaite également que vous examiniez les scénarios associés à la démonstration de sûreté en exploitation et après fermeture, de même que les principes et objectifs retenus pour l'élaboration du programme de surveillance.

Par ailleurs, vous examinerez la pertinence des options prises à ce stade à l'égard de la réversibilité au regard des exigences définies par l'ASN dans son avis du 31 mai 2016 [20] d'adaptabilité du stockage et de récupérabilité des colis de déchets dans différentes situations de fonctionnement de l'installation.

Enfin, vous examinerez les éléments de définition actuellement retenus vis-à-vis de la phase industrielle pilote, incluant la démarche d'établissement de l'inventaire strictement nécessaire au confortement de la démonstration de sûreté.

L'ensemble des éléments à considérer dans votre analyse est présentée en annexe **[B]**. Les demandes, recommandations et engagements en lien avec chacun de ces éléments sont rappelés en annexe **[C]**.

Je vous demande également de me faire part de toute autre observation que vous pourriez porter sur ces dossiers.

Je vous prie de bien vouloir convier la direction des déchets, des installations de recherche et du cycle et la division de Châlons-en-Champagne aux travaux menés par les groupes permanents d'experts que vous présidez.

L'ASN souhaite recueillir en synthèse un avis commun des groupes permanents à l'issue de la réunion des groupes permanents d'expert pour les déchets ainsi que pour les laboratoires et les usines, à ce jour planifiée pour les 18 et 19 mai 2017.

Je vous prie d'agréer, Messieurs les Présidents, l'expression de ma considération distinguée.

**Le directeur général adjoint**

**Jean-Luc LACHAUME**

<b>LISTE DE DIFFUSION</b>
---------------------------

***Copies externes :***

- IRSN/SEDRAN

***Copies internes :***

- ASN/DG : AD, JLL
- ASN/DRC : CK, MM, CCA, QNC, PLB, FDE, ALE
- ASN/Division de Châlons-en-Champagne
- ASN/DCN : ANM

## ANNEXE A A LA LETTRE CODEP-DRC-2016-021886

### REFERENCES

- Réf. :**
- [1] Loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs
  - [2] Délibération du conseil d'administration de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs du 5 mai 2014 relative aux suites à donner au débat public sur le projet Cigéo
  - [3] Lettre Andra DG/16-0105 du 6 avril 2016
  - [4] Lettre Andra DG/16-0141 du 13 mai 2016
  - [5] Décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives
  - [6] Avis de l'Autorité de sûreté nucléaire du 1er février 2006 sur les recherches relatives à la gestion des déchets à haute activité et à vie longue (HAVL) menées dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991, et liens avec le PNGDR-MV
  - [7] Avis n° 2011-AV-129 du 26 juillet 2011 de l'Autorité de sûreté nucléaire sur le dossier relatif au stockage réversible profond des déchets de haute et moyenne activité à vie longue déposé par l'Andra conformément à l'article 11 du décret n° 2008-357 du 16 avril 2008
  - [8] Avis n° 2013-AV-179 du 16 mai 2013 de l'ASN sur les documents produits par l'Andra depuis 2009 relatifs au projet de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde
  - [9] Lettre ASN CODEP-DRC-2013-033414 du 18 novembre 2013
  - [10] Lettre ASN CODEP-DRC-2014-039040 du 9 octobre 2014
  - [11] Lettre ASN CODEP-DRC-2015-004834 du 7 avril 2015
  - [12] Avis n° 2015-AV-0227 de l'ASN du 10 février 2015 relatif à l'évaluation des coûts afférents au projet Cigéo de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde
  - [13] Lettre ASN CODEP-DRC-2016-005220 du 20 juin 2016
  - [14] Avis n° 2016-AV- 0259 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 25 février 2016 sur les études relatives à la gestion des déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA VL) remises en application du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2013-2015, en vue de l'élaboration du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 2016-2018
  - [15] Avis n° 2016-AV-264 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 29 mars 2016 sur les études relatives à la gestion des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL) remises en application du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2013-2015, en vue de l'élaboration du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2016-2018
  - [16] Lettre ASN CODEP-DRC-2014-039834 du 19 décembre 2014
  - [17] Guide de sûreté de l'ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde – février 2008
  - [18] Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base
  - [19] Décision n° 2015-DC-0532 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 17 novembre 2015 relative au rapport de sûreté des installations nucléaires de base
  - [20] Avis n° 2016-AV-0267 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 31 mai 2016 relatif à la réversibilité du stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde
  - [21] Lettre ASN CODEP-DRC-2011-002092 du 1<sup>er</sup> juin 2011
  - [22] Lettre Andra DG/14-0162 du 3 juin 2014
  - [23] Lettre Andra DG/DIR/13-0020 du 22 janvier 2013

- [24] Lettre Andra DG/DIR/10-0324 du 16 novembre 2010
- [25] Lettre Andra DG/14-0314 du 14 novembre 2014



## ANNEXE B A LA LETTRE CODEP-DRC-2016-021886

### ÉLÉMENTS DONT LA DECLINAISON DANS LES DOCUMENTS REMIS PAR L'ANDRA DOIT ETRE EXAMINEE LORS DE L'INSTRUCTION DU DOSSIER D'OPTIONS DE SURETE

#### 1. Référentiels

- Référentiels (réglementaire, normatif et technique) et REX (national et international) retenus (au regard notamment du chapitre II du titre III de la décision relative au rapport de sûreté [19]).

#### 2. Description de l'installation et de son environnement

- Performances des composants du système de stockage (Site ; colis ; composants ouvragés dont scellements ; architecture, dont implantation, répartition de l'inventaire et gestion du pendage) pris isolément puis dans leur ensemble ;
- En particulier, concernant les colis de déchets radioactifs :
  - Inventaire, notamment :
    - Facteurs de marge appliqués ;
    - Catégorisation des familles selon le niveau d'avancement de la production des déchets et des colis ;
    - Modèles de relâchement retenus.
  - Conditionnement, notamment :
    - Fonctions attribuées et critères de performances associés aux colis primaires et conteneurs de stockage ;
    - Propositions de familles éligibles au stockage direct.

Une attention particulière sera portée aux colis de bitume, notamment concernant leur résistance au feu et la possibilité d'un emballage de réaction exothermique.

- Objectifs de sûreté retenus, démarche d'établissement des domaines de fonctionnement et des paramètres clés (sur la base des premiers éléments fournis) ;
- Démarche de conception et d'optimisation de l'installation, et principes de construction et d'exploitation notamment au regard des exigences attendues pour l'élaboration de la démonstration de sûreté (Titre III de l'arrêté du 7 février 2012 [18] et articles 3.1.6 et 4.1.4 de la décision relative au rapport de sûreté [19]).

#### 3. Sûreté en exploitation

- Scénarios (discrimination des scénarios, pertinence, agressions considérées, niveaux d'aléas), dont scénarios de récupération de colis, évaluations complémentaires de sûreté (ECS), cumuls ;
- Objectif de protection radiologique (travailleurs, groupes de population, valeurs cibles) et démarche d'optimisation ;
- Construction : méthodes de creusement, soutènements, premiers éléments concernant le domaine de fonctionnement et la reconnaissance à l'avancement ;
- Sujets techniques particuliers :
  - Prise en compte des agressions internes et externes et de leur cumul possible (articles 3.5 et 3.6 de l'arrêté du 7 février 2012 [18]) ;
  - Essais préalables à la mise en service et puis à son fonctionnement à cadence industrielle ;
  - Vieillesse et maintenance ;
  - Confinement – Ventilation ;
  - Criticité ;
  - Manutention, dont funiculaire (notamment référentiel) ;
  - Co-activités ...

- Fermeture :
  - Prise en compte des résultats des instructions des dossiers « Ouvrages de fermeture » et « Maîtrise des risques en exploitation » ;
  - Proposition de fermeture « au plus tard » (dont lien avec la co-activité).
- Post-incident/accident (en application du principe de défense en profondeur précisé à l'article 3.1 de l'arrêté du 7 février 2012 [18]), notamment en lien avec la récupérabilité ;
- Facteurs organisationnels et humains (FOH) :
  - Sous-traitance (dont classification des activités) ;
  - Prise en compte des besoins des intervenants et de l'organisation dans la conception ;
  - Prise en compte des FOH dans la sûreté pendant l'exploitation (interface homme-machine, impact de l'homme sur la maîtrise des risques...).

#### 4. Sûreté après fermeture

- Scénarios (discrimination des scénarios, pertinence, niveaux d'aléa retenus) ;
- Objectif de protection radiologique (groupe de référence, valeurs cibles) et démarche d'optimisation ;
- Analyse des risques d'origine interne et externe ;
- Impact radiologique et chimique (pertinence des critères retenus).

Une attention particulière sera portée à la modélisation du système de stockage (hypothèses, outils, phénoménologie, marges, incertitudes...).

Par ailleurs, le sujet suivant sera examiné :

- Réponse à la demande de l'ASN et à l'engagement de l'Andra de combiner plus systématiquement les approches déterministe et probabiliste.

#### 5. Surveillance

- Principes et objectifs retenus pour la définition du programme de surveillance.

#### 6. Réversibilité

- Adaptabilité :
  - Dispositions prévues par l'Andra, au stade du DOS, pour l'adaptabilité de l'installation, notamment au regard de l'exigence d'adaptabilité définie par l'ASN dans son avis du 31 mai 2016 [20].
- Récupérabilité (en lien avec la sûreté en exploitation) :
  - Scénarios de retrait ;
  - Maîtrise des conditions de sûreté et de radioprotection, y compris en cas de dégradation des ouvrages et des colis de déchets, et notamment :
    - Paramètres à surveiller et moyens à mettre en œuvre ;
    - Démontage des équipements ;
    - Opérations liées à la réouverture.

#### 7. Phase industrielle pilote

- Définition des éléments nécessaires au confortement de la démonstration de sûreté ;
- Démarche d'établissement de l'inventaire strictement nécessaire à cette démonstration.

## ANNEXE C A LA LETTRE CODEP-DRC-2016-021886

### **RAPPEL DES DEMANDES, RECOMMANDATIONS ET ENGAGEMENTS, ISSUES DE L'INSTRUCTION DES DOSSIERS « 2005 – ARGILE », « JALON 2009 », « DOSSIERS REMIS ENTRE 2009 ET 2012 », « JESQ03 », « OUVRAGES DE FERMETURE » ET « MAITRISE DES RISQUES EN EXPLOITATION » DONT LE RESPECT DOIT ETRE EXAMINE AU STADE DU DOSSIER D'OPTIONS DE SURETE**

Les demandes, recommandations et engagements sont classés dans l'ordre des éléments dont l'examen est demandé en annexe [B]. Les mêmes demandes, recommandations et engagements peuvent figurer dans plusieurs sections différentes et devront être examinés sous différents angles.

**Les demandes, recommandations et engagements dont le respect est attendu au stade actuel de développement du projet sont précédés de [1].**

**Les demandes, recommandations et engagements dont l'état d'avancement doit être mesuré au stade actuel de développement du projet, notamment en raison des retours sur conception qu'ils pourraient entraîner dans la suite du développement du projet, sont précédés de [2].**

**Les demandes, recommandations et engagements dont l'état d'avancement doit être examiné au stade actuel de développement du projet sont précédés de [3].**

#### **1. Référentiels**

1.1. Référentiels (réglementaire, normatif et technique) et REX (national et international) retenus. (au regard notamment du chapitre II du titre III de la décision relative au rapport de sûreté [19])

- [1][Cigéo-2014-D-24][16] « *[Le dossier d'options de sûreté devra présenter] le référentiel réglementaire, normatif et technique utilisé ainsi que le REX national et international retenu.*»
- [2][Cigéo-2010-E-17.2][24] « *Pour ce qui concerne la prise en compte du REX du Laboratoire Souterrain - L'Andra présentera la manière dont elle a exploité et exploitera les connaissances et le savoir-faire acquis au Laboratoire souterrain pour améliorer les activités d'exploitation et d'auscultation dans le futur stockage.*»

#### **2. Description de l'installation et de son environnement**

2.1. Performances des composants du système de stockage (Site ; colis ; composants ouvrages dont scellements ; architecture, dont implantation, répartition de l'inventaire et gestion du pendage) pris isolément puis dans leur ensemble

- [1][Cigéo-2010-E-3.3][24] « *Pour ce qui concerne les risques liés à l'évolution des matériaux - L'Andra précisera si l'étanchéité du chemisage de l'alvéole HA est retenue en tant qu'exigence de sûreté, la durée associée à cette exigence, ainsi que la solution technique retenue.* »
- [1][Cigéo-2013-D-14][9] « *l'exigence sur les performances du bouchon HA, destiné à sceller les alvéoles renfermant les colis de stockage HA : la révision à la baisse de l'exigence sur les performances du bouchon HA devra être justifiée.*»
- [1][Cigéo-2014-D-5][10] « *Concernant les objectifs de performance assignés aux différents ouvrages de fermeture : Scellements surface-fond : un essai in situ en vraie grandeur en complément des essais déjà réalisés sera nécessaire pour montrer la possibilité d'atteindre les performances visées.*»
- [1][Cigéo-2014-D-14][10] « *[Concernant la faisabilité industrielle de ces concepts d'ouvrages de fermeture :] Scellements surface-fond : un essai in situ en vraie grandeur en complément des essais déjà réalisés sera nécessaire pour vérifier la faisabilité industrielles de ces scellements.*»

- [1][Cigéo-2014-D-20][16] «*Le dossier d'options de sûreté devra permettre d'apprécier les options techniques retenues pour la conception de l'installation et sa construction, au stade de l'avant-projet sommaire, en vue d'estimer leur influence éventuelle sur les principales options concernant son exploitation (incluant sa fermeture), sa réversibilité et sa surveillance ; les différentes incertitudes associées à ces concepts à ce stade du projet seront présentées et prises en compte dans les évaluations de sûreté présentées.*»
- [2][Cigéo-2010-E-15.4][24] «*Pour ce qui concerne l'évaluation des capacités de confinement des différentes barrières du stockage après sa fermeture - L'Andra précisera l'option de scellement de la descenderie et évaluera la robustesse de ce concept en termes de faisabilité et de performance globale.* »
- [2][Cigéo-2011-R-4][21] «*présenter les éléments nécessaires à la démonstration de la faisabilité industrielle d'une solution de scellement des galeries et des liaisons jour-fond. Les performances de ces scellements devront être déterminées de manière prudente, en tenant compte de la présence de l'EDZ (excavation damaged zone), des effets éventuels des gaz et des incertitudes sur le degré de saturation du scellement. L'intérêt de procéder, ou non, à la resaturation artificielle des scellements lors de leur mise en place devra être évalué.*»
- [2][Cigéo-2014-E-1.1][22] «*[Pour ce qui concerne la zone endommagée d'argilites au droit des scellements :] L'Andra définira comment la zone d'argilites endommagées à la paroi d'un ouvrage à sceller pourra être déclarée « acceptable » au regard des options de scellement retenues. Cette définition prendra en compte des marges. Le cas échéant, l'Andra prévoira les dispositions en cas de non-respect des exigences spécifiées.*»
- [2][Cigéo-2014-E-1.2][22] «*[Pour ce qui concerne la zone endommagée d'argilites au droit des scellements :] L'Andra expliquera l'apparition des fracturations éparses dans la niche (-445 m) et montrera que l'évolution de ces fracturations dans l'unité silto-carbonatée, le cas échéant, est un phénomène suffisamment maîtrisé pour ne pas remettre en cause la possibilité d'y sceller efficacement les liaisons surface-fond du stockage.* »
- [2][Cigéo-2014-E-2.1][22] «*[Pour ce qui concerne l'impact des perturbations :] L'Andra identifiera les situations hydrauliques possibles, notamment liées à des ruptures des ouvrages ou au fluage de la roche, et évaluera leurs conséquences potentielles sur les performances des scellements et celle du stockage à grande échelle.*»
- [2][Cigéo-2014-E-2.2][22] «*[Pour ce qui concerne l'impact des perturbations :] L'Andra justifiera, sur la base d'un bilan des connaissances, que son programme d'études relatif aux bétons bas pH, basé sur des essais et des modélisations, montre que l'évolution physico-chimique des composants en bétons bas pH dans le Callovo-Oxfordien et dans l'Oxfordien calcaire leur permet d'atteindre les performances mécaniques qui leur sont attribuées en phases d'exploitation et de post-fermeture.*»
- [2][Cigéo-2014-E-3.1][22] «*[Pour ce qui concerne la performance hydraulique des scellements :] L'Andra :  
- réalisera, pour les différents scellements (alvéoles MAVL, galeries et liaisons surface-fond), des simulations numériques tenant compte de l'ensemble de leurs composants, du contexte poromécanique, de la sollicitation due au gaz et de l'incertitude sur le comportement rhéologique du béton sur les durées considérées ;  
- justifiera sur la base de ces modélisations la longueur des scellements (noyau et massifs d'appui).*»
- [2][Cigéo-2014-D-1][10] «*Concernant les objectifs de performance assignés aux différents ouvrages de fermeture : Pour les scellements de fond, je note que l'objectif de performance retenu par l'Andra est dégradé d'un ordre de grandeur par rapport au dossier « Argile – 2005 ». Je considère que cet objectif de performance n'est pas suffisamment ambitieux à ce stade du projet. En effet, en cas de défaillance des scellements des liaisons surface-fond, ce niveau de performance pourrait ne pas être suffisant pour éviter que les liaisons surface-fond ne deviennent, au moins temporairement, la voie de transfert prédominante de la radioactivité, pouvant conduire à des flux locaux de radionucléides plus concentrés. Ce point nécessitera d'être traité avec une attention particulière dans le cadre de la démonstration de sûreté du stockage.*»
- [2][Cigéo-2014-D-2][10] «*Concernant les objectifs de performance assignés aux différents ouvrages de fermeture : Par ailleurs, je note que l'architecture générale du stockage (longueur des galeries, positionnement des liaisons surface-fond...) pourrait apporter des marges supplémentaires en cas de défaillance d'une ou plusieurs barrières ouvragées. Ainsi, je considère que votre démonstration de sûreté devra justifier l'architecture retenue en présentant les avantages et inconvénients du point de vue de la sûreté et de la radioprotection de différentes options pour les différentes phases du stockage.*»
- [2][Cigéo-2014-D-6][10] «*Concernant la pertinence des concepts retenus pour atteindre ces performances et l'analyse de leur comportement à moyen et long terme :  
Scellement des descenderies : le scellement envisagé en descenderie devrait concerner une épaisseur de roche dans le toit de la formation bête supérieure à celle retenue dans le dossier examiné.*»

- [2][Cigéo-2014-D-7][10] « [Concernant la pertinence des concepts retenus pour atteindre ces performances et l'analyse de leur comportement à moyen et long terme :]  
Comportement à moyen et long terme des scellements : je note à ce titre que votre analyse est encore en cours. Cette analyse devra en particulier être complétée par des simulations numériques d'ensemble tenant compte des couplages hydromécaniques ainsi que des incertitudes sur le comportement différé de la roche et sur la rhéologie du béton aux échelles de temps considérées. Ces simulations devront inclure la sollicitation des scellements par les gaz et prendre en considération les phases hydrauliques transitoires et les situations dégradées de fonctionnement de l'installation.»
- [2][Cigéo-2014-D-8][10] « [Concernant la pertinence des concepts retenus pour atteindre ces performances et l'analyse de leur comportement à moyen et long terme :]  
Evolution physicochimique du béton à bas pH : la démonstration que l'évolution physicochimique du béton à bas pH dans le Callovo-Oxfordien et dans l'Oxfordien calcaire ne risque pas de nuire à l'atteinte des performances mécaniques qui lui sont attribuées devra être apportée.»
- [2][Cigéo-2014-D-9][10] « [Concernant la pertinence des concepts retenus pour atteindre ces performances et l'analyse de leur comportement à moyen et long terme :]  
Bouchons d'alvéoles HA : des évaluations complémentaires, prenant en considération les phases hydrauliques transitoires et des situations dégradées de fonctionnement de l'installation, seront nécessaires en vue de conforter le bien-fondé de l'approche retenue.»
- [2][Cigéo-2011-R-7][21] « Principales perturbations susceptibles d'affecter l'installation de stockage :  
Compléter les données sur les perméabilités relatives à l'eau et au gaz par des mesures caractéristiques de la formation du Callovo-Oxfordien, et valider, par une expérience en laboratoire souterrain, les résultats des modélisations de transfert de gaz in situ et leurs effets sur les scellements.»
- [2][Cigéo-2011-R-11][21] « Sécurité après la fermeture du stockage :  
Expliciter, eu égard aux situations représentatives des évolutions possibles du stockage et à leur vraisemblance, les jeux d'hypothèses retenues pour dimensionner les barrières de confinement et pour définir les scénarios permettant de vérifier l'acceptabilité du stockage.»
- [2][Cigéo-2011-R-12][21] « Sécurité après la fermeture du stockage :  
Améliorer la compréhension du comportement mécanique de la roche, notamment en lien avec les techniques de creusement, et des couplages entre les différents phénomènes.»
- [2][Cigéo-2010-E-15.5][24] « Pour ce qui concerne l'évaluation des capacités de confinement des différentes barrières du stockage après sa fermeture - L'Andra précisera le mode de croisement de galeries et son dimensionnement et vérifiera leur adéquation avec les exigences de sécurité en phase de post-fermeture.»
- [2][Cigéo-2010-E-16][24] « Pour ce qui concerne les nouvelles options de conception - L'Andra évaluera la sécurité en phase d'exploitation et de post-fermeture de l'option de conception qui sera retenue pour les colis de déchets MAVL vitrifiés.»
- [2][Cigéo-2013-D-13][9] « la réduction des distances entre les alvéoles de stockage MA-VL et la base des liaisons surface-fond : la longueur minimale des galeries entre les alvéoles de stockage et les liaisons surface-fond devra être justifiée au regard de l'objectif de minimisation des transferts de radionucléides à travers ces liaisons.»
- [2][Cigéo-2013-D-15][9] « le développement par étapes de l'installation, sur une durée a priori séculaire, implique de considérer :  
Le volume à l'intérieur duquel pourra s'étendre le stockage est limité et il convient de le gérer au mieux. Par ailleurs, le creusement et le fonctionnement des différentes tranches sont prévus pour être réalisés au fur à mesure. La construction et le fonctionnement de nouvelles tranches peuvent alors avoir un impact sur la sécurité des tranches précédemment en fonctionnement.  
Une conception globale de l'installation, en considérant son extension maximale, doit donc être définie et présentée avec un niveau de démonstration de sécurité suffisant dès le dépôt de la demande d'autorisation de création de l'installation.»
- [2][Cigéo-2011-R-5][21] « Données pour la modélisation des transferts :  
Poursuivre les travaux de modélisation des écoulements souterrains, afin de mieux apprécier l'évolution de la concentration des radionucléides lors de leur transfert dans les aquifères, préciser dans cet objectif le rôle hydraulique des structures principales identifiées (dont la zone de fracturation diffuse «Marne-Poissons») et établir l'origine de la salinité des eaux des formations encadrant la formation hôte.»
- [2][Cigéo-2011-R-6][21] « Données pour la modélisation des transferts :

*Évaluer la possibilité et les conséquences de transferts localisés, à l'échelle du secteur, remettant en cause l'hypothèse d'homogénéité retenue dans les modélisations des écoulements dans les formations calcaires qui encadrent la formation hôte.»*

- [2][Cigéo-2011-R-17][21] « *Sûreté après la fermeture du stockage : Améliorer la connaissance des écoulements souterrains et leur évolution à long terme dans les formations encaissantes au regard des calculs d'impact.»*
- [2][Cigéo-2013-E-3.1][23] « *L'Andra remettra avant la fin du premier semestre 2013 un rapport présentant et justifiant la méthode retenue pour la conversion des données sismiques « temps double » en profondeur, ainsi que l'ensemble des cartes en isohypses des interfaces lithologiques interprétées qui en découlent. »*
- [2][Cigéo-2013-D-11][9] « *les intervalles de temps laissés entre la construction d'alvéoles HA et leur exploitation : l'influence sur la sûreté en exploitation et à long terme du stockage des durées laissées entre la construction d'alvéoles HA et leur exploitation devra être décrite dans le dossier présenté en support de la demande d'autorisation de création. »*
- [3][Cigéo-2013-E-3.3][23] « *L'Andra présentera, dans le dossier accompagnant la DAC, un modèle conceptuel du milieu géologique du site de Meuse/Haute-Marne, prenant en compte les résultats de traitement et d'analyse de l'acquisition sismique 3D en 2010 sur la ZIRA obtenus entre mars 2012 et la constitution du dossier de la DAC, notamment sur les points suivants :*
  - *analyse des propriétés globales de transport des corps récifaux du Bajocien et rôle dans le modèle hydrogéologique,*
  - *interprétation des anomalies sismiques identifiées :*
    - *dans l'Oxfordien calcaire à l'aplomb du cours de l'Orge,*
    - *sous les corps récifaux du Bajocien inférieur,*
    - *dans le Trias au Nord de la ZIRA,*
  - *identification et quantification des incertitudes résiduelles (existence éventuelle de failles mineures, potentialités de propagation vers le Callovo-Oxfordien).*

*L'Andra tiendra compte de ces incertitudes pour définir les reconnaissances qui seront réalisées lors du creusement, et pour la stratégie d'implantation de l'installation souterraine de Cigéo. Conformément à sa démarche générale de sûreté, la démonstration de sûreté présentée par l'Andra en appui à la demande d'autorisation de création prendra en compte les incertitudes résiduelles identifiées. »*

- [3][Cigéo-2013-D-7][9] « *l'évolution des données d'entrée : les hypothèses et données qui sous-tendent le nouveau modèle hydrogéologique devront être explicitées, ainsi que celles ayant conduit à retenir les valeurs présentées pour l'extension de la zone endommagée. »*
- [3][Cigéo-2010-E-15.3][24] « *Pour ce qui concerne l'évaluation des capacités de confinement des différentes barrières du stockage après sa fermeture - L'Andra justifiera que la solution technique retenue pour le bouchon d'alvéole HA bénéficie de suffisamment d'éléments probants quant à sa faisabilité industrielle et est bien en adéquation avec les exigences de sûreté en phase d'exploitation et en phase de post-fermeture.»*
- [3][Cigéo-2014-E-1.3][22] « *[Pour ce qui concerne la zone endommagée d'argilites au droit des scellements :] L'Andra poursuivra ses investigations pour développer la variante du scellement de galeries avec coupures hydrauliques jusqu'au stade du prototype dans le cadre de la phase industrielle pilote.»*
- [3][Cigéo-2014-E-2.3][22] « *[Pour ce qui concerne l'impact des perturbations :] L'Andra vérifiera que l'activité des bactéries présentes naturellement ou introduites au moment de la construction du stockage ne remet pas en cause les performances des scellements.»*
- [3][Cigéo-2014-E-3.2][22] « *[Pour ce qui concerne la performance hydraulique des scellements :] L'Andra présentera un concept de scellement pour les descenderies qui tire davantage profit de la hauteur des unités carbonatées de la formation hôte.»*
- [3][Cigéo-2014-E-4][22] « *[Pour ce qui concerne la conception du bouchon de radioprotection :] L'Andra justifiera la pertinence de la conception du bouchon de radioprotection au regard de la sûreté en phase d'exploitation (mise en place et dépose en cas de retrait des colis de déchets HA) et au regard de son impact potentiel sur la sûreté en phase post-fermeture (interaction mécanique avec les colis de déchets HA).»*
- [3][Cigéo-2014-D-10][10] « *[Concernant la pertinence des concepts retenus pour atteindre ces performances et l'analyse de leur comportement à moyen et long terme :]*

- Bouchons de radioprotection des alvéoles HA : la pertinence de leur conception devra être justifiée au regard de la sûreté lors des opérations d'exploitation (mise en place et dépose de bouchons en cas de retrait des colis de déchets HA) et en phase de post-fermeture (interactions mécaniques avec les colis HA).»*
- **[3]**[Cigéo-2014-D-11][10] « [Concernant la pertinence des concepts retenus pour atteindre ces performances et l'analyse de leur comportement à moyen et long terme :]  
*Longueur des scellements : le rôle du massif d'appui est prépondérant pour maintenir une condition de « volume constant » pendant la saturation du noyau, ce qui lui permet de développer sa pression de gonflement. La longueur retenue pour les scellements devra être justifiée en tenant compte de cet aspect»*
  - **[3]**[Cigéo-2014-D-12][10] « [Concernant la pertinence des concepts retenus pour atteindre ces performances et l'analyse de leur comportement à moyen et long terme :]  
*Bactéries présentes naturellement ou introduites au moment de la construction du stockage sur les performances des scellements : vous démontrerez que leur activité ne remettra pas en cause la performance des scellements.»*
  - **[3]**[Cigéo-2014-D-13][10] « [Concernant la pertinence des concepts retenus pour atteindre ces performances et l'analyse de leur comportement à moyen et long terme :]  
*Composants métalliques du stockage : le dimensionnement des composants métalliques du stockage (chemisage des alvéoles et (sur) conteneurs), des ouvrages de scellement ainsi que des soutènements des ouvrages de grande dimension devra être précisé (rappel d'une demande issue de l'instruction du « dossier 2005 »*
  - **[3]**[Cigéo-2011-R-13][21] « *Sûreté après la fermeture du stockage : Préciser le dimensionnement des composants métalliques du stockage (chemisage des alvéoles et (sur)conteneurs), des ouvrages de scellement ainsi que des soutènements des ouvrages de grande dimension.»*
  - **[3]**[Cigéo-2010-E-15.2][24] « *Pour ce qui concerne l'évaluation des capacités de confinement des différentes barrières du stockage après sa fermeture - L'Andra évaluera les incertitudes concernant le transfert de gaz et le processus de resaturation du stockage et précisera la manière dont elles sont prises en compte dans l'évaluation de sûreté de cette installation.»*
  - **[3]**[Cigéo-2015-D-6][11] « [Concernant les risques liés à l'incendie : il conviendra que le dossier support à la demande d'autorisation de création :] *apporte une attention particulière à la présentation des outils de simulation numérique utilisés pour l'analyse des risques d'incendie et à la démonstration de la validité de leur domaine d'utilisation. Conformément aux dispositions de l'article 3.8 de l'arrêté du 7 février 2012, des éléments probants permettant de justifier la compatibilité des outils de simulation numérique utilisés avec les spécificités de Cigéo devront être fournis. Ils devront notamment intégrer la prise en compte du retour d'expérience et des jugements d'experts.»*

## 2.2. En particulier, concernant les colis de déchets radioactifs :

### 2.2.1. Inventaire

- **[1]**[Cigéo-2013-E-1.2][23] « *Le PIGD sera remis à jour en 2013 en vue des études d'avant-projet industriel de Cigéo. Cette nouvelle version précisera les hypothèses retenues pour l'évaluation des quantités de déchets graphites comptabilisées en réserve.»*
- **[1]**[Cigéo-2013-E-1.3][23] « *Le PIGD sera remis à jour en 2013 en vue des études d'avant-projet industriel de Cigéo. L'inventaire du PIGD sera mis en cohérence avec la stratégie de gestion des combustibles usés retenue par le CEA. Ainsi, les déchets ultimes HA et MAVL résultant du traitement/recyclage des combustibles usés du CEA Civil et de la propulsion navale seront intégrés dans l'inventaire avec les incertitudes associées.»*
- **[1]**[Cigéo-2013-D-1][8] « [L']inventaire devrait prendre en compte l'ensemble des stratégies industrielles aujourd'hui envisagées par les producteurs, en particulier pour ce qui concerne la durée de fonctionnement des réacteurs et leur puissance ainsi que la gestion des combustibles usés du CEA en intégrant les déchets résultant du traitement de ces combustibles et, s'il y a lieu, les combustibles qui ne seraient pas retraités.»
- **[1]**[Cigéo-2013-E-1.1][23] « *Le PIGD sera remis à jour en 2013 en vue des études d'avant-projet industriel de Cigéo. Cette nouvelle version justifiera les marges prises afin d'améliorer la lisibilité de l'inventaire du PIGD et de mieux apprécier leur conservatisme.»*
- **[1]**[Cigéo-2013-E-2.1][23] « *L'Andra présentera, dans l'étude faisant l'objet de l'engagement E1.5, une évaluation d'impact du stockage prenant en compte la modification de la valeur d'IRF du <sup>36</sup>Cl. »*
- **[2]**[Cigéo-2010-E-1][24] « *Pour ce qui concerne le modèle d'inventaire de dimensionnement - L'Andra définira, les critères de sûreté essentiels pour l'acceptation des colis de déchets dans l'installation de stockage. Le modèle*

*d'inventaire de dimensionnement présenté par l'Andra dressera la liste des colis déjà produits qui ne semblent pas respecter ces critères essentiels. L'Andra définira également sur cette base, en liaison avec les producteurs, les solutions techniques de conditionnement, disponibles ou devant être qualifiées au moyen d'un programme de R&D, pour que ces déchets ainsi conditionnés puissent être acceptés en stockage. »*

- [2][Cigéo-2011-R-20][21] « *En tout état de cause, le modèle d'inventaire de dimensionnement définitif sera présenté dans le dossier de demande d'autorisation de création du stockage (DAC) en précisant les scénarii envisageables.*»
- [2][Cigéo-2013-E-1.4][23] « *La démonstration de sûreté du stockage présentée dans le dossier en support à la demande d'autorisation de création de Cigéo prendra en compte l'ensemble des déchets du PIGD y compris les réserves.*»

#### 2.2.2. Conditionnement, notamment :

- [1][Cigéo-2013-D-2][8] « *Dans le cadre des études de conception de l'installation de stockage, des marges adaptées devraient couvrir l'incertitude sur les volumes à stocker des déchets pour lesquels des conditionnements restent à définir ou sont en cours d'instruction. A cet égard, seuls les conditionnements répondant aux objectifs du guide de l'ASN du 12 février 2008 susvisé sont acceptables.* »
- [1][Cigéo-2014-D-26][16] « *[Le dossier d'options de sûreté devra présenter] l'inventaire des déchets à stocker, les modalités de conditionnement associées et les hypothèses prises pour leur évolution à long terme,*»
- [2][Cigéo-2014-E-8.4][25] « *L'Andra présentera également dans le dossier accompagnant la DAC les modes de stockage retenus ou envisagés pour chaque famille de colis de déchets du PIGD.*»
  - Fonctions attribuées et critères de performances associés aux colis primaires et conteneurs de stockage ;
- [1][Cigéo-2013-D-17][9] « *Concernant les colis de déchets, [...] conformément au principe de confinement « au plus près » de la radioactivité, à celui de la défense en profondeur, ainsi qu'aux principes énoncés dans le guide de sûreté du 12 février 2008 relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde, les performances attendues pour la première barrière de confinement statique (constituée du colis primaire et éventuellement d'un conteneur de stockage) doivent être obtenues en priorité par le colis primaire.*»
- [1][Cigéo-2014-E-8.1][25] « *L'Andra présentera : dans le projet de spécifications préliminaires d'acceptation des colis de déchets joint au DOS, les exigences de confinement assignées aux colis de déchets primaires MA-VL suivant qu'ils sont acceptés pour un stockage direct ou pour un stockage en conteneur de stockage.*»
- [1][Cigéo-2014-E-8.2][25] « *L'Andra présentera [...] : dans le DOS, les fonctions et les performances des conteneurs de stockage.*»
- [1][Cigéo-2015-D-1][11] « *Par ailleurs le dossier « maîtrise des risques en exploitation au niveau esquisse » présente une option, qui n'est actuellement pas retenue en référence, mais comme une variante à l'étude, qui consiste à prévoir un stockage direct de certains colis primaires, sans conteneur de stockage additionnel. La mise en œuvre de cette variante serait considérée comme une évolution notable par rapport au « dossier 2009 » et nécessiterait une attention particulière. Une version préliminaire des spécifications d'acceptation pour le stockage sera remise en 2015 par l'Andra dans le cadre des options de sûreté de Cigéo. L'ASN considère que ces spécifications devront fixer des exigences équivalentes de confinement et de récupérabilité des colis pour tous les colis qui seront stockés, que les colis primaires soient inclus ou non dans un conteneur de stockage.*»
- [2][Cigéo-2014-E-8.3][25] « *L'Andra présentera : dans le dossier accompagnant la DAC, les dispositions concrètes permettant de satisfaire ces exigences [de confinement assignées aux colis de déchets primaires MA-VL], quelle que soit la solution de stockage envisagée.*»

Une attention particulière sera portée aux colis de bitume, notamment concernant leur résistance au feu et la possibilité d'un emballage de réaction exothermique (cf. [1][Cigéo-2015-D-4][11])

#### 2.3. Objectifs de sûreté retenus, démarche d'établissement des domaines de fonctionnement et des paramètres clés (sur la base des premiers éléments fournis)



- [1][Cigéo-2014-D-25][16] « [Le dossier d'options de sûreté devra présenter] les objectifs de sûreté retenus en exploitation comme à long terme en regard notamment du guide de sûreté de l'ASN [9] et des travaux des instances internationales sur le sujet du stockage géologique, les écarts éventuels entre les objectifs de sûreté retenus et ceux figurant en particulier dans le guide de sûreté de l'ASN [9] devront être justifiés. »
- [1][Cigéo-2014-D-27][16] « [Le dossier d'options de sûreté devra présenter] une première définition des domaines de fonctionnement envisagés ainsi que des paramètres clés de l'installation gouvernant la sûreté à considérer pour la construction, le fonctionnement, la mise à l'arrêt définitif, le démantèlement ou la fermeture, l'entretien et la surveillance, selon les sous-ensembles concernés de l'installation. »
- [1][Cigéo-2014-D-28][16] « [Le dossier d'options de sûreté devra présenter] la justification du caractère favorable, pour la sûreté, des performances des composants du système de stockage censés participer aux fonctions de sûreté pris isolément (colis, composants ouvragés - y compris les scellements -, roche hôte), puis, dans leur ensemble, architecture comprise. »
- [1][Cigéo-2014-D-20][16] « [Le dossier d'options de sûreté devra permettre d'apprécier] les options techniques retenues pour la conception de l'installation et sa construction, au stade de l'avant-projet sommaire, en vue d'estimer leur influence éventuelle sur les principales options concernant son exploitation (incluant sa fermeture), sa réversibilité et sa surveillance ; les différentes incertitudes associées à ces concepts à ce stade du projet seront présentées et prises en compte dans les évaluations de sûreté présentées. »
- [2][Cigéo-2015-D-3][11] « [Concernant la démarche et les exigences de sûreté présentées :] Fonctions de sûreté et paramètres clés : le dossier accompagnant la demande d'autorisation de création devra présenter : les paramètres clés qui encadrent la sûreté en exploitation de Cigéo, qui seront surveillés tant au niveau de l'acceptation des colis de déchets destinés à être stockés dans l'installation que pendant l'exploitation de Cigéo, ainsi que les mesures correctives prévues en cas de dérive constatée »

2.4. Démarche de conception et d'optimisation de l'installation, et principes de construction et d'exploitation notamment au regard des exigences attendues pour l'élaboration de la démonstration de sûreté (Titre III de l'arrêté du 7 février 2012 [18] et articles 3.1.6 et 4.1.4 de la décision relative au rapport de sûreté [19]).

- [1][Cigéo-2014-D-5][10] « Concernant les objectif de performance assignés aux différents ouvrages de fermeture : Scellements surface-fond : un essai in situ en vraie grandeur en complément des essais déjà réalisés sera nécessaire pour montrer la possibilité d'atteindre les performances visées. »
- [2][Cigéo-2013-D-13][9] « la réduction des distances entre les alvéoles de stockage MA-VL et la base des liaisons surface-fond : la longueur minimale des galeries entre les alvéoles de stockage et les liaisons surface-fond devra être justifiée au regard de l'objectif de minimisation des transferts de radionucléides à travers ces liaisons. »
- [2][Cigéo-2014-D-2][10] « Concernant les objectifs de performance assignés aux différents ouvrages de fermeture : Par ailleurs, je note que l'architecture générale du stockage (longueur des galeries, positionnement des liaisons surface-fond...) pourrait apporter des marges supplémentaires en cas de défaillance d'une ou plusieurs barrières ouvragées. Ainsi, je considère que votre démonstration de sûreté devra justifier l'architecture retenue en présentant les avantages et inconvénients du point de vue de la sûreté et de la radioprotection de différentes options pour les différentes phases du stockage. »

### 3. Sûreté en exploitation :

3.1. Scénarios (discrimination des scénarios, pertinence, agressions considérées, niveaux d'aléas), dont scénarios de récupération de colis, évaluations complémentaires de sûreté (ECS), cumuls

- [1][Cigéo-2010-E-2.2][24] « Pour ce qui concerne la démarche de sûreté pour la phase d'exploitation du stockage - L'Andra précisera les critères de sélection de scénarios « de dimensionnement » ou « hors dimensionnement ». En tout état de cause, l'Andra justifiera les situations qui ne seront pas retenues pour le dimensionnement de l'installation. »
- [1][Cigéo-2013-D-8][9] « la démarche de sélection des scénarios de sûreté : la discrimination des scénarios retenus pour le dimensionnement de l'installation devra être justifiée dans le dossier support à la demande d'autorisation de création. Cette justification devra intégrer la démarche d'évaluation complémentaire de sûreté. »

- **[1]**[Cigéo-2014-E-5][25] « *L'Andra présentera, dans le DOS, une classification des scénarios en cohérence avec les niveaux de défense en profondeur, et avec les prescriptions de l'arrêté INB (proportionnalité aux risques). L'Andra distinguera notamment les scénarios retenus pour le dimensionnement de l'installation (3 premiers niveaux de la défense en profondeur), les scénarios de dimensionnement du PUI (4ème niveau de la défense en profondeur) et les scénarios exclus.*»
- **[1]**[Cigéo-2014-D-23][16] « *[Le dossier d'options de sûreté devra permettre d'apprécier] une première estimation de l'impact radiologique de l'installation sur l'environnement et sur l'homme, pour les principaux scénarios considérés, au stade des études d'avant-projet sommaire, comme enveloppe des situations de fonctionnement envisageables.*»
- **[1]**[Cigéo-2014-D-31][16] « *[Le dossier d'options de sûreté devra présenter] les situations retenues in fine pour le dimensionnement de l'installation.*»
- **[1]**[Cigéo-2015-D-4][11] « *[Concernant la démarche et les exigences de sûreté présentées :] Démarche de sélection des scénarios retenus pour le dimensionnement de l'installation et de son plan d'urgence interne : il conviendra que le dossier d'options de sûreté présente :*
  - *une classification des scénarios en cohérence avec les niveaux de défense en profondeur, et avec les prescriptions de l'arrêté du 7 février 2012 relatif aux INB, en distinguant notamment les scénarios retenus pour le dimensionnement de l'installation, ceux retenus pour le dimensionnement du PUI et les scénarios exclus. L'exclusion de certains scénarios devra être particulièrement justifiée. L'examen d'un scénario d'emballage de réactions exothermiques à l'intérieur de plusieurs colis devra notamment être présenté.*»
- **[1]**[Cigéo-2014-D-29][16] « *[Le dossier d'options de sûreté devra présenter] la liste des agressions internes et externes retenues, incluant — conformément aux articles 3.5 et 3.6 de l'arrêté du 7 février 2012 — les actes de malveillance, la méthode de traitement de ces agressions et les options prévues pour en diminuer l'occurrence et/ou maîtriser les effets, en considérant notamment les spécificités liées à la co-activité des activités de construction et de fonctionnement de l'installation (voire, le cas échéant, de fermeture partielle),*»
- **[1]**[Cigéo-2014-D-30][16] « *[Ce dossier d'options de sûreté devra présenter] les principes de traitement du cumul d'évènements et d'agressions,*»
- **[1]**[Cigéo-2014-E-6][25] « *L'Andra présentera, dans le DOS, la prise en compte des premières évaluations complémentaires de sûreté dans la conception de Cigéo.*»
- **[1]**[Cigéo-2014-D-22][16] « *[Le dossier d'options de sûreté devra permettre d'apprécier] la prise en compte de la démarche des évaluations complémentaires de sûreté (ECS),*»
- **[1]**[Cigéo-2014-D-32][16] « *[Le dossier d'options de sûreté devra présenter] la prise en compte des premières évaluations complémentaires de sûreté dans la conception de l'installation (dimensionnement des équipements en particulier), les objectifs de protection radiologiques pour le personnel et leur justification, incluant la démarche d'optimisation associée, »*

### 3.2. Objectif de protection radiologique (travailleurs, groupes de population, valeurs cibles) et démarche d'optimisation

- **[1]**[Cigéo-2014-D-32][16] « *[Le dossier d'options de sûreté devra présenter] la prise en compte des premières évaluations complémentaires de sûreté dans la conception de l'installation (dimensionnement des équipements en particulier), les objectifs de protection radiologiques pour le personnel et leur justification, incluant la démarche d'optimisation associée, »*
- **[1]**[Cigéo-2015-D-5][11] « *[Concernant la démarche et les exigences de sûreté présentées :] Objectifs de protection contre les rayonnements ionisants : le dossier d'options de sûreté devra présenter la démarche d'optimisation ayant conduit aux objectifs qui seront finalement retenus, et notamment pour le personnel en zone réglementée en situations incidentelles.*»
- **[3]**[Cigéo-2010-E-6][24] « *Pour ce qui concerne les risques liés à l'exposition interne et externe - L'Andra justifiera que la zone de travaux peut être considérée comme une zone non réglementée, à partir des résultats des études de l'exposition du personnel de la zone de travaux aux postes de travail considérés comme dimensionnants. »*
- **[3]**[Cigéo-2011-R-8][21] « *Sûreté en phase d'exploitation du stockage : Examiner, dans le cadre des études d'optimisation de la radioprotection, les adaptations à apporter éventuellement aux systèmes de manutention*

envisagés (contrôle à distance notamment) en tenant compte des incidents possibles lors des opérations de transfert et de mise en place des colis dans les alvéoles»

- [3][Cigéo-2014-D-16][10] « [Concernant la faisabilité industrielle de ces concepts d'ouvrages de fermeture :] Contraintes liées à la radioprotection du personnel : leur intégration devra être détaillée dans l'étude de faisabilité technique des scellements.»
- [3][Cigéo-2014-E-4][22] « [Pour ce qui concerne la conception du bouchon de radioprotection :] L'Andra justifiera la pertinence de la conception du bouchon de radioprotection au regard de la sûreté en phase d'exploitation (mise en place et dépose en cas de retrait des colis de déchets HA) et au regard de son impact potentiel sur la sûreté en phase post-fermeture (interaction mécanique avec les colis de déchets HA).»
- [3][Cigéo-2014-D-10][10] « [Concernant la pertinence des concepts retenus pour atteindre ces performances et l'analyse de leur comportement à moyen et long terme :]  
Bouchons de radioprotection des alvéoles HA : la pertinence de leur conception devra être justifiée au regard de la sûreté lors des opérations d'exploitation (mise en place et dépose de bouchons en cas de retrait des colis de déchets HA) et en phase de post-fermeture (interactions mécaniques avec les colis HA).»

### 3.3. Construction : méthodes de creusement, soutènements, premiers éléments concernant le domaine de fonctionnement et la reconnaissance à l'avancement

- [1][Cigéo-2014-D-27][16] « [Le dossier d'options de sûreté devra présenter] une première définition des domaines de fonctionnement envisagés ainsi que des paramètres clés de l'installation gouvernant la sûreté à considérer pour la construction, le fonctionnement, la mise à l'arrêt définitif, le démantèlement ou la fermeture, l'entretien et la surveillance, selon les sous-ensembles concernés de l'installation.»
- [2][Cigéo-2010-E-17.1][24] « Pour ce qui concerne la prise en compte du REX du Laboratoire Souterrain - L'Andra présentera une analyse comparative des techniques de creusement intégrant notamment le retour d'expérience issu du Laboratoire souterrain et justifiera, sur cette base, celles qui seront retenues pour le creusement des ouvrages du futur stockage.»
- [2][Cigéo-2013-D-10][9] « l'élargissement de l'usage d'un tunnelier « pleine face » pour excaver les galeries de liaison de l'installation souterraine, en plus de la descendrière et des galeries principales composant la zone centrale des installations souterraines : il conviendra de définir pour la demande d'autorisation de création, si cette solution de creusement est retenue, le ou les points d'arrêt et les investigations nécessaires permettant de s'assurer de l'absence d'effets rétroactifs du creusement sur les ouvrages souterrains et les équipements.»
- [3][Cigéo-2014-D-13][10] « [Concernant la pertinence des concepts retenus pour atteindre ces performances et l'analyse de leur comportement à moyen et long terme :]  
Composants métalliques du stockage : le dimensionnement des composants métalliques du stockage (chemisage des alvéoles et (sur) conteneurs), des ouvrages de scellement ainsi que des soutènements des ouvrages de grande dimension devra être précisé (rappel d'une demande issue de l'instruction du « dossier 2005 »
- [3][Cigéo-2011-R-13][21] « Sûreté après la fermeture du stockage :  
Préciser le dimensionnement des composants métalliques du stockage (chemisage des alvéoles et (sur)conteneurs), des ouvrages de scellement ainsi que des soutènements des ouvrages de grande dimension.»

### 3.4. Sujets techniques particuliers :

#### 3.4.1. Prise en compte des agressions internes et externes et de leur cumul possible (articles 3.5 et 3.6 de l'arrêté du 7 février 2012 [18])

##### ■ Incendie

- [1][Cigéo-2010-E-7.4][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'incendie - L'Andra précisera les principes de sectorisation et les exigences associées pour les locaux présentant les dangers d'incendie les plus importants ou à maintenir à l'abri des effets d'un incendie, notamment dans la zone centrale de soutien et les installations de liaison jour-fond, et présentera les dispositions permettant d'éviter la propagation d'un incendie entre la cellule de manutention et la partie utile de l'alvéole MAVL associée.»
- [1][Cigéo-2010-E-7.5][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'incendie - L'Andra présentera l'ensemble des principes de désenfumage retenus, ainsi qu'une justification de l'efficacité du concept de désenfumage retenu. L'Andra justifiera l'adéquation des systèmes de désenfumage aux objectifs liés à l'évacuation du personnel, à la protection des équipes d'intervention, et à la protection des « cibles de sûreté » pour l'ensemble des zones du stockage.»

- **[1]**[Cigéo-2011-R-2][21] « Justifier l'exclusion d'un scénario d'incendie de reprise de réactions exothermiques à l'intérieur de colis, notamment de boues bitumées.»
- **[1]**[Cigéo-2011-R-3][21] « En complément des dispositions de prévention de l'incendie, présenter les dispositions additionnelles que vous jugez nécessaires pour éteindre un feu ou en limiter les conséquences dans les zones où les conditions d'ambiance ne permettraient pas l'intervention humaine, notamment dans la partie utile des alvéoles MAVL en cas de défaillance du système d'extinction embarqué sur l'engin de mise en alvéole.»
- **[1]**[Cigéo-2011-R-9][21] « Sécurité en phase d'exploitation du stockage : Définir les dispositions permettant d'éviter, en cas d'incendie, des réactions exothermiques dans les enrobés bitumés, y compris en cas d'incendie de l'engin de manutention dans l'alvéole de stockage »
- **[1]**[Cigéo-2014-E-10][25] « L'Andra présentera, dans le DOS, les dispositions de maîtrise des relâchements de substances radioactives en provenance des secteurs de feu, en cas d'incendie dans la partie utile ou la cellule de manutention des alvéoles MA-VL.»
- **[2]**[Cigéo-2010-E-7.2a][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'incendie - L'Andra justifiera la capacité des dispositions de protection contre l'incendie (DPCI) à prévenir et à limiter les conséquences des incidents ou accidents liés à l'incendie, pour toutes les "cibles de sûreté" (colis, composants dont une agression entraînerait une diminution du niveau de sûreté de l'installation...). »
- **[2]**[Cigéo-2010-E-7.3][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'incendie - L'Andra justifiera le caractère enveloppe des effets des incendies qui seront retenus pour le dimensionnement des dispositions de protection contre l'incendie.»
- **[2]**[Cigéo-2013-D-9][9] « l'architecture regroupée semi-enterrée des installations de surface : il conviendra d'analyser de manière approfondie certains risques (incendie, inondation d'origine interne ou externe) qui devront être considérés en fonction de cette architecture particulière.»
- **[3]**[Cigéo-2010-E-7.2b][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'incendie - L'Andra précisera les dispositions de détection des départs de feu dans la zone de travaux et justifiera le cas échéant l'absence de telles dispositions dans les alvéoles MAVL.» (en lien avec la surveillance)
- **[3]**[Cigéo-2013-D-12][9] « les dispositions concrètes de maîtrise des risques incendie : une attention particulière devra être portée sur la maîtrise des risques liés à la co-activité, le désenfumage des galeries et l'intervention des secours.»
- **[3]**[Cigéo-2014-E-9][25] « L'Andra complètera, dans le dossier accompagnant la DAC, les exigences de son référentiel incendie relatives à l'opacité et la toxicité des fumées.»
- **[3]**[Cigéo-2015-D-6][11] « [Concernant les risques liés à l'incendie : il conviendra que le dossier support à la demande d'autorisation de création :] apporte une attention particulière à la présentation des outils de simulation numérique utilisés pour l'analyse des risques d'incendie et à la démonstration de la validité de leur domaine d'utilisation. Conformément aux dispositions de l'article 3.8 de l'arrêté du 7 février 2012, des éléments probants permettant de justifier la compatibilité des outils de simulation numérique utilisés avec les spécificités de Cigéo devront être fournis. Ils devront notamment intégrer la prise en compte du retour d'expérience et des jugements d'experts.»

#### ■ Explosion

- **[1]**[Cigéo-2010-E-8.1][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'explosion - L'Andra clarifiera sa démarche d'analyse des risques liés à l'explosion. L'Andra définira sur cette base les dispositions visant à maîtriser les risques d'explosion et à en limiter les conséquences, en tenant compte des différentes sources possibles d'inflammation, et des diverses situations de fonctionnement, incluant notamment le cas d'un arrêt de la ventilation.»
- **[1]**[Cigéo-2010-E-8.4][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'explosion - L'Andra justifiera le lieu de charge des batteries des engins de manutention des alvéoles MAVL et, le cas échéant, l'absence de matériels ATEX dans la cellule de manutention des alvéoles MAVL.»
- **[2]**[Cigéo-2010-E-8.2][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'explosion - L'Andra justifiera (i) les durées maximales d'immobilisation des colis émetteurs de gaz de radiolyse en transit et (ii) les durées maximales d'indisponibilité des systèmes de ventilation, afin d'apprécier les risques d'explosion. Ces durées seront définies avec des marges suffisantes. »
- **[2]**[Cigéo-2011-R-14][21] « Préciser les dispositions permettant de s'assurer de l'efficacité du système de ventilation des alvéoles de déchets MAVL et analyser les risques d'explosion dans ces alvéoles de stockage ainsi que dans les galeries attenantes.»

- [3][Cigéo-2010-E-8.3][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'explosion - L'Andra justifiera le caractère enveloppe des situations à risque d'explosion dans les alvéoles MAVL retenues pour le dimensionnement, en prenant notamment en compte toutes les sources de dégagement d'hydrogène, leur contribution à la formation d'une ATEX, et le cas échéant l'accumulation d'hydrogène dans les singularités des circuits de retour d'air des alvéoles MAVL en cas de panne prolongée de la ventilation.»
- [3][Cigéo-2015-D-7][11] « Risques liés à l'explosion : l'établissement d'un référentiel « explosion » sur un principe comparable à celui rédigé par l'Andra sur l'incendie serait bénéfique.»
  - Inondation interne et externe
- [1][Cigéo-2010-E-10][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'inondation d'origine interne - L'Andra évaluera les quantités d'eau attendues dans le stockage pendant sa période d'exploitation, en prenant en compte les différentes sources potentielles, qu'elles soient associées au milieu géologique, à l'exploitation quotidienne du stockage, ou qu'elles soient générées lors d'incidents (rupture de canalisation, extinction d'incendie...), et spécifiera sur cette base les dispositions retenues pour maîtriser ces venues d'eau.»
- [3][Cigéo-2010-E-14.2][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'inondation d'origine externe - L'Andra présentera les dispositifs de maîtrise des eaux qui seront mis en place au niveau du Barrois dans les puits et dans la descenderie.  
Pour ce qui concerne les dispositifs d'étanchéité, l'Andra précisera leur objectif de performance, les dispositions de contrôle de leur efficacité, ainsi que les conséquences d'un éventuel défaut et les dispositions associées pour y remédier. Pour ce qui concerne les dispositifs de collecte et d'évacuation des eaux drainées l'Andra justifiera, au regard des quantités d'eau susceptibles d'être recueillies, le dimensionnement des capacités de rétention et des débits d'évacuation. En outre, l'Andra évaluera, sur la base de premières investigations de terrain, la présence éventuelle de poches karstiques à proximité des liaisons jour-fond et présentera sa stratégie vis-à-vis d'éventuels compléments d'investigation et de gestion de ces poches.»
- [3][Cigéo-2010-E-14.1][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'inondation d'origine externe - L'Andra présentera les mesures de prévention et les dispositions pour remédier au colmatage des drains du revêtement des liaisons jour-fond pendant toute la durée de la phase d'exploitation ; celles-ci seront définies sur la base du retour d'expérience acquis notamment au Laboratoire souterrain et seront associées au programme de surveillance des ouvrages de liaison jour fond comprenant notamment le suivi piézométrique des aquifères drainés. Compte tenu de ces dispositions, les pressions maximales d'eau susceptibles d'être obtenues devront être estimées et le revêtement des liaisons jour-fond devra être dimensionné en conséquence.»
- [3][Cigéo-2013-D-9][9] « l'architecture regroupée semi-enterrée des installations de surface : il conviendra d'analyser de manière approfondie certains risques (incendie, inondation d'origine interne ou externe) qui devront être considérés en fonction de cette architecture particulière.»
  - Séisme
- [2][Cigéo-2010-E-13.1][24] « Pour ce qui concerne les risques liés aux séismes - L'Andra justifiera son évaluation de la période de retour des séismes associés aux spectres de référence SMS et SMP et les modalités de prise en compte des incertitudes associées aux vitesses des failles.»
- [2][Cigéo-2010-E-13.2][24] « Pour ce qui concerne les risques liés aux séismes - L'Andra présentera une évaluation quantifiée du comportement du stockage en cas de séisme pendant la phase d'exploitation, afin de vérifier qu'il demeure acceptable au regard des exigences associées aux différents ouvrages et équipements. Cette évaluation devra être établie notamment sur la base de combinaisons d'actions correspondant aux différentes situations de fonctionnement de l'installation.»

#### 3.4.2. Vieillesse et maintenance

- [1][Cigéo-2010-E-3.1][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'évolution des matériaux - L'Andra présentera la méthode retenue pour prendre en compte le vieillissement des composants des installations souterraines et de liaison jour-fond lors de l'exploitation du stockage. »
- [1][Cigéo-2010-E-3.3][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'évolution des matériaux - L'Andra précisera si l'étanchéité du chemisage de l'alvéole HA est retenue en tant qu'exigence de sûreté, la durée associée à cette exigence, ainsi que la solution technique retenue. »

- [2][Cigéo-2010-E-3.2][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à l'évolution des matériaux - L'Andra tiendra compte de la température à laquelle seront soumis les bétons de soutènement/ revêtement pendant une durée séculaire, dans son analyse des risques liés au vieillissement des bétons. »
- [3][Cigéo-2013-D-11][9] « les intervalles de temps laissés entre la construction d'alvéoles HA et leur exploitation : l'influence sur la sûreté en exploitation et a long terme du stockage des durées laissées entre la construction d'alvéoles HA et leur exploitation devra être décrite dans le dossier présenté en support de la demande d'autorisation de création. »

#### 3.4.3. Confinement – Ventilation

- [1][Cigéo-2010-E-4.1][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à la dissémination de matières radioactives - L'Andra définira les exigences de sûreté associées à la deuxième barrière de confinement statique en tenant compte notamment de la défaillance du colis primaire en tant que première barrière de confinement, ainsi que les solutions techniques retenues. »
- [1][Cigéo-2010-E-4.2][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à la dissémination de matières radioactives - L'Andra présentera les principes du pilotage de la ventilation et les dispositifs prévus pour ajuster les paramètres de ventilation et équilibrer le réseau dans toutes les situations de la phase d'exploitation du stockage. »
- [1][Cigéo-2011-R-1][21] « Compléter l'analyse des risques liés à une défaillance de la première barrière de confinement (assurée par les colis de déchets) et présenter, les dispositions visant, en cas de défaillance du confinement statique, à assurer, lorsque nécessaire, un confinement dynamique dans certains secteurs de l'installation que vous définirez. »
- [1][Cigéo-2010-E-12][24] « Pour ce qui concerne les risques liés à la perte d'auxiliaires - L'Andra considèrera, dans son analyse de l'origine des risques liés à la perte des moyens de contrôle et de surveillance, la perte des systèmes de ventilation. »
- [2][Cigéo-2011-R-14][21] « Préciser les dispositions permettant de s'assurer de l'efficacité du système de ventilation des alvéoles de déchets MAVL et analyser les risques d'explosion dans ces alvéoles de stockage ainsi que dans les galeries attenantes. »
- [2][Cigéo-2015-D-2][11] « [Concernant la mise en place d'un confinement dynamique avec filtration à très haute efficacité pour les alvéoles MAVL] : Les éléments relatifs à la maintenance de ces équipements, qui pourraient être soumis à une vitesse de colmatage plus importante que dans un environnement classique d'utilisation compte tenu de l'environnement cimentaire, restent toutefois à préciser dans le dossier support à la demande d'autorisation de création, »
- [2][Cigéo-2010-E-5][24] « Pour ce qui concerne les risques liés au dégagement thermique - L'Andra complètera la présentation des critères de température retenus et les dispositions prévues pour maîtriser les risques liés aux dégagements thermiques, et indiquera le rôle dévolu aux systèmes de ventilation quant au respect de ces critères, dans toutes les situations de fonctionnement. »

#### 3.4.4. Criticité

- [1][Cigéo-2011-R-10][21] « Sûreté en phase d'exploitation du stockage : Poursuivre les études de sûreté-criticité en visant à établir les critères d'admissibilité des colis. »

#### 3.4.5. Manutention, dont funiculaire (notamment référentiel)

- [1][Cigéo-2010-E-9.1][24] « Pour ce qui concerne les risques liés aux opérations de manutention - L'Andra présentera l'étude de situations de blocage de la chaîne cinématique de stockage des colis ainsi que les dispositions retenues pour prévenir ces situations et en limiter les conséquences. »
- [1][Cigéo-2011-R-15][21] « Il conviendra également de définir les dispositions permettant de remédier à une situation résultant de la chute d'un colis de déchets B lors de sa mise en place dans une alvéole. »
- [3][Cigéo-2010-E-9.2][24] « Pour ce qui concerne les risques liés aux opérations de manutention - L'Andra présentera un ensemble d'éléments et autant que possible des résultats d'essais, visant à montrer que les options retenues pour la manutention des colis dans les alvéoles MAVL peuvent être mises en œuvre à l'échelle industrielle dans des conditions de sûreté satisfaisantes. »
- [3][Cigéo-2011-R-8][21] « Sûreté en phase d'exploitation du stockage : Examiner, dans le cadre des études d'optimisation de la radioprotection, les adaptations à apporter éventuellement aux systèmes de manutention »

*envisagés (contrôle à distance notamment) en tenant compte des incidents possibles lors des opérations de transfert et de mise en place des colis dans les alvéoles»*

#### 3.4.6. Co-activités

- **[1]**[Cigéo-2010-E-11.1][24] « *L'Andra présentera les exigences de sûreté et le dimensionnement des séparations physiques entre la zone de travaux et la zone nucléaire (incluant les sas et les gaines d'extraction d'air des alvéoles MAVL le cas échéant), justifiés au regard des risques liés à la co-activité. [...]*»
- **[3]**[Cigéo-2010-E-11.2][24] « *Pour ce qui concerne les risques liés à la co-activité, l'Andra complètera son analyse des risques en intégrant notamment les éléments suivants : [...] L'Andra justifiera le positionnement et le nombre des sas marquant la séparation physique entre la zone nucléaire et la zone de travaux. [...]* »
- **[3]**[Cigéo-2010-E-11.3][24] « *Pour ce qui concerne les risques liés à la co-activité, l'Andra complètera son analyse des risques en intégrant notamment les éléments suivants : [...] L'Andra justifiera que les options de conception et les options de sûreté relatives aux galeries de retour d'air des sous-zones de stockage MAVL permettent de maîtriser les risques liés à la co-activité, dans la zone nucléaire (gainés) et dans la zone de travaux (galeries). »*
- **[3]**[Cigéo-2010-E-11.4][24] « *Pour ce qui concerne les risques liés à la co-activité, l'Andra complètera son analyse des risques en intégrant notamment les éléments suivants : Les travaux effectués dans la zone nucléaire mettant notamment en oeuvre des moyens de transfert et de chantier lourds (reprises de béton dans les galeries, maintenance de composants et de gros équipements du stockage, fermetures d'alvéoles...) feront l'objet d'une analyse des risques ; ce type d'activité sera inclus dans le domaine de fonctionnement normal de l'installation. »*
- **[3]**[Cigéo-2011-R-19][21] « *Compléter votre analyse des risques liés à la concomitance d'activités d'exploitation et d'activités de construction dans les installations souterraines pour tenir compte des risques d'agression des zones nucléaires du stockage par les activités de construction. J'ai bien noté votre engagement sur ce point.»*
- **[3]**[Cigéo-2015-D-9][11] « *- Risques liés à la coactivité : il conviendra que le dossier de demande d'autorisation de création : identifie les activités humaines sensibles pour la sûreté de l'installation. En particulier, les risques liés à un relâchement dans l'application des consignes devront être développés.»*
- **[3]**[Cigéo-2014-E-11][25] « *L'Andra présentera, dans le dossier accompagnant la DAC, les dispositions techniques et organisationnelles retenues afin de garantir à la fois le maintien des séparations entre les zones nucléaire et de travaux en position fermée en situation normale et le franchissement aisé de ces séparations en situation d'intervention lorsque nécessaire.»*
- **[3]**[Cigéo-2014-E-12][25] « *L'Andra présentera, dans la DAC, les dispositions techniques et organisationnelles retenues afin de s'assurer que les moyens d'intervention pourront atteindre un éventuel sinistre dans un délai compatible avec les objectifs retenus, notamment en tenant compte des cas d'encombrement envisageables.»*

#### 3.5. Fermeture :

##### 3.5.1. Prise en compte des résultats des instructions des dossiers « Ouvrages de fermeture » et « Maîtrise des risques en exploitation »

- **[3]**[Cigéo-2014-D-15][10] « *[Concernant la faisabilité industrielle de ces concepts d'ouvrages de fermeture :] Zone d'argilite endommagée à la paroi : la mise en place des scellements nécessitera une dépose totale ou partielle des revêtements en béton et des désordres plus ou moins prononcés pourraient alors apparaître dans les parois des ouvrages. Il convient donc que l'Andra précise comment ces désordres possibles seront pris en compte dans la conception des ouvrages, en particulier dans le cas des scellements à l'extrémité des alvéoles MAVL, pour lesquels les possibilités d'implantation ne pourront plus être adaptées une fois les alvéoles construits. Une définition de l'acceptabilité de la zone d'argilite endommagée en paroi devra en particulier être définie. Cette définition devra présenter des marges pour tenir compte d'un possible sur-endommagement produit lors de la mise en place du scellement (dépose du revêtement...) et d'éventuelles incertitudes résiduelles relatives au comportement différé des ouvrages.»*

##### 3.5.2. Proposition de fermeture « au plus tard » (dont lien avec la co-activité)

- **[1]**[Cigéo-2015-D-10][11] « *Concernant la conduite de l'installation :*

*Retrait des colis de déchets : en l'absence d'orientation précise sur les conditions de la réversibilité du stockage, l'Andra doit conserver une approche prudente visant à démontrer la possibilité du retrait de colis au cours de la phase d'exploitation de Cigéo, que les alvéoles soient scellées à la suite de leur remplissage ou ultérieurement. Les études menées devront en outre permettre d'apprécier les avantages et inconvénients de différentes options en terme de sûreté et de radioprotection, tant au cours de l'exploitation que sur le long terme.»*

- 3.6. post- incident/accident (en application du principe de défense en profondeur précisé à l'article 3.1 de l'arrêté du 7 février 2012 [18]), notamment en lien avec la récupérabilité
- [1][Cigéo-2014-E-13][25] « Dans le DOS, l'Andra présentera les principes de conceptions retenus visant à permettre, en cas d'incident ou d'accident affectant un alvéole en cours d'exploitation, et une fois l'installation mise en sécurité : la reprise de fonctions d'exploitation (surveillance, capacité d'intervention,...) dans l'alvéole concerné, incluant le cas échéant le retrait de colis dans l'alvéole impacté ; la préservation du reste de l'installation et notamment la fonction de récupérabilité.»
  - [1][Cigéo-2015-D-11][11] « Concernant le rétablissement des différentes fonctions du stockage à la suite d'une situation accidentelle : Le dossier d'options de sûreté devra s'attacher, au titre de l'application du principe de défense en profondeur, à présenter les enjeux de sûreté en exploitation comme à long terme liés au rétablissement des diverses fonctions du stockage à la suite d'une situation accidentelle en distinguant en particulier :
    - la possibilité de poursuivre les opérations de stockage,
    - la possibilité de retirer des colis, impliqués ou non dans la situation accidentelle,
    - la possibilité de mise en œuvre des opérations de fermeture du stockage.La démarche présentée devra notamment intégrer l'analyse du retour d'expérience existant sur ce sujet...»
  - [2][Cigéo-2014-E-11][25] « L'Andra présentera, dans le dossier accompagnant la DAC, les dispositions techniques et organisationnelles retenues afin de garantir à la fois le maintien des séparations entre les zones nucléaire et de travaux en position fermée en situation normale et le franchissement aisé de ces séparations en situation d'intervention lorsque nécessaire.»
  - [2][Cigéo-2014-E-12][25] « L'Andra présentera, dans la DAC, les dispositions techniques et organisationnelles retenues afin de s'assurer que les moyens d'intervention pourront atteindre un éventuel sinistre dans un délai compatible avec les objectifs retenus, notamment en tenant compte des cas d'encombrement envisageables.»
  - [2][Cigéo-2015-D-12][11] « Concernant le rétablissement des différentes fonctions du stockage à la suite d'une situation accidentelle : Le dossier d'options de sûreté devra s'attacher, au titre de l'application du principe de défense en profondeur, à présenter les enjeux de sûreté en exploitation comme à long terme liés au rétablissement des diverses fonctions du stockage à la suite d'une situation accidentelle [...] [cf demande 2015-D-11] Le dossier de demande d'autorisation de création devra présenter la prise en compte et la déclinaison de ces enjeux.»

### 3.7. Facteurs organisationnels et humains (FOH) :

#### 3.7.1. Sous-traitance (dont classification des activités)

- [1][Cigéo-2014-D-17][16] « (l'ASN) estime donc important que lui soient présentés les principes retenus par l'Andra pour concevoir et préparer la mise en place de l'organisation nécessaire à l'exploitation de cette installation, incluant les interfaces avec d'éventuels sous-traitants. Ainsi, l'ensemble du corpus déjà annoncé devra être complété par une esquisse de la notice prévue au II. de l'article 8 du décret du 2 novembre 2007 présentant les capacités techniques de l'Andra en vue de la construction et de l'exploitation de cette installation telles que définies à l'article 2.1.1 de l'arrêté du 7 février 2012 »

#### 3.7.2. Prise en compte des besoins des intervenants et de l'organisation dans la conception

- [1][Cigéo-2014-D-21][16] « [Le dossier d'options de sûreté devra permettre d'apprécier] la démarche de conception mise en œuvre pour prendre en compte les besoins des futurs intervenants et de la future organisation dans les choix de conception»
- [1][Cigéo-2014-D-34][16] « [Le dossier d'options de sûreté devra présenter] les principes mis en œuvre dans le cadre de la démarche de conception, pour prendre en compte les besoins des futurs intervenants et de la future organisation dans les choix de conception, en considérant les phases de construction et de fonctionnement de l'installation (en particulier utilisabilité des interfaces hommes-machines et modalités de prise en compte de l'ergonomie, des conditions d'ambiance et de l'accessibilité aux locaux et aux matériels).»



### 3.8. Gestion des déchets :

- [3][Cigéo-2015-D-8][11] « - Risques de dissémination de substances radioactives : il conviendra que le dossier support à la demande d'autorisation de création : précise les modalités de gestion des eaux d'exhaure des alvéoles HA.»

## 4. Sûreté après fermeture :

### 4.1. Scénarios (discrimination des scénarios, pertinence, niveaux d'aléa retenus)

- [1][Cigéo-2013-D-3][8] « L'Andra devra tenir compte des incertitudes résiduelles en retenant à titre de précaution dans son évaluation de sûreté de l'installation de stockage un scénario comprenant une ou plusieurs discontinuités traversant le Callovo-Oxfordien afin d'évaluer la robustesse du stockage, même si la vraisemblance d'un tel scénario peut être considérée comme faible. »
- [1][Cigéo-2014-D-23][16] « [Le dossier d'options de sûreté devra permettre d'apprécier] une première estimation de l'impact radiologique de l'installation sur l'environnement et sur l'homme, pour les principaux scénarios considérés, au stade des études d'avant-projet sommaire, comme enveloppe des situations de fonctionnement envisageables.»
- [1][Cigéo-2014-D-31][16] « [Le dossier d'options de sûreté devra présenter] les situations retenues in fine pour le dimensionnement de l'installation.»
- [1][Cigéo-2015-D-4][11] « [Concernant la démarche et les exigences de sûreté présentées :] Démarche de sélection des scénarios retenus pour le dimensionnement de l'installation et de son plan d'urgence interne : il conviendra que le dossier d'options de sûreté présente : une classification des scénarios en cohérence avec les niveaux de défense en profondeur, et avec les prescriptions de l'arrêté du 7 février 2012 relatif aux INB, en distinguant notamment les scénarios retenus pour le dimensionnement de l'installation, ceux retenus pour le dimensionnement du PUI et les scénarios exclus. L'exclusion de certains scénarios devra être particulièrement justifiée. L'examen d'un scénario d'emballage de réactions exothermiques à l'intérieur de plusieurs colis devra notamment être présenté.»
- [2][Cigéo-2011-R-11][21] « Sûreté après la fermeture du stockage :  
Expliciter, eu égard aux situations représentatives des évolutions possibles du stockage et à leur vraisemblance, les jeux d'hypothèses retenues pour dimensionner les barrières de confinement et pour définir les scénarios permettant de vérifier l'acceptabilité du stockage,»

### 4.2. Objectif de protection radiologique (groupe de référence, valeurs cibles) et démarche d'optimisation

- [3][Cigéo-2011-R-18][21] « Sûreté après la fermeture du stockage : Poursuivre les travaux visant à conforter les hypothèses relatives aux biosphères envisageables sur le site retenu.»

### 4.3. Analyse des risques d'origine interne et externe

- [2][Cigéo-2010-E-13.1][24] « Pour ce qui concerne les risques liés aux séismes - L'Andra justifiera son évaluation de la période de retour des séismes associés aux spectres de référence SMS et SMP et les modalités de prise en compte des incertitudes associées aux vitesses des failles.»
- [2][Cigéo-2010-E-15.1][24] « Pour ce qui concerne l'évaluation des capacités de confinement des différentes barrières du stockage après sa fermeture - Lorsque le site d'implantation du stockage aura été retenu l'Andra déterminera le spectre SMP de référence pour la phase de post-fermeture, à partir de différents modèles sismotectoniques, dont un basé sur une analyse de la dimension et de la segmentation des failles du secteur de MHM. L'Andra justifiera sur cette base en outre le poids attribué à chacun de ces modèles sismotectoniques dans la définition du spectre SMP.»
- [2][Cigéo-2013-E-3.2][23] « Dans le dossier accompagnant la DAC, l'Andra vérifiera le caractère enveloppe du spectre sismique retenu pour la phase après-fermeture vis-à-vis de séismes physiquement plausibles à l'aplomb de la ZIRA dont le foyer se situerait à moins de 10 km de profondeur.»

### 4.4. Modélisation du système (hypothèses, outils, phénoménologie, marges, incertitudes...)

- [2][Cigéo-2011-R-5][21] « Données pour la modélisation des transferts :

*Poursuivre les travaux de modélisation des écoulements souterrains, afin de mieux apprécier l'évolution de la concentration des radionucléides lors de leur transfert dans les aquifères, préciser dans cet objectif le rôle hydraulique des structures principales identifiées (dont la zone de fracturation diffuse «Marne-Poissons») et établir l'origine de la salinité des eaux des formations encadrant la formation hôte.»*

- [2][Cigéo-2011-R-6][21] « *Données pour la modélisation des transferts : Évaluer la possibilité et les conséquences de transferts localisés, à l'échelle du secteur, remettant en cause l'hypothèse d'homogénéité retenue dans les modélisations des écoulements dans les formations calcaires qui encadrent la formation hôte.»*
- [2][Cigéo-2011-R-17][21] « *Sûreté après la fermeture du stockage : Améliorer la connaissance des écoulements souterrains et leur évolution à long terme dans les formations encaissantes au regard des calculs d'impact.»*

#### 4.5. Combinaison des approches déterministe et probabiliste, notamment pour évaluer l'impact du stockage et quantifier l'aléa sismique

- [2][Cigéo-2013-D-6][8] « *A l'avenir, l'Andra devra [...] combiner plus systématiquement approches déterministe et probabiliste, notamment pour évaluer l'impact du stockage et quantifier l'aléa sismique. »*

## 5. Surveillance

- [1][Cigéo-2010-E-12][24] « *Pour ce qui concerne les risques liés à la perte d'auxiliaires - L'Andra considèrera, dans son analyse de l'origine des risques liés à la perte des moyens de contrôle et de surveillance, la perte des systèmes de ventilation.»*
- [1][Cigéo-2014-D-33][16] « *[Le dossier d'options de sûreté devra présenter] les principes et objectifs retenus pour la définition du programme de surveillance de l'installation (incluant les colis) pendant sa phase de fonctionnement,»*
- [2][Cigéo-2014-E-7][25] « *L'Andra présentera, dans le dossier accompagnant la DAC, les paramètres clés gouvernant la sûreté après-fermeture de Cigéo, qui seront surveillés pendant l'exploitation, ainsi que les mesures correctives prévues en cas de dérive constatée au regard de la sûreté de l'installation avant et après sa fermeture.»*
- [3][Cigéo-2010-E-17.2][24] « *Pour ce qui concerne la prise en compte du REX du Laboratoire Souterrain - L'Andra présentera la manière dont elle a exploité et exploitera les connaissances et le savoir-faire acquis au Laboratoire souterrain pour améliorer les activités d'exploitation et d'auscultation dans le futur stockage.»*

## 6. Réversibilité

### 6.1. Adaptabilité

#### 6.1.1. Dispositions prévues par l'Andra, au stade du DOS, pour l'adaptabilité de l'installation, notamment au regard de l'exigence d'adaptabilité définie par l'ASN dans son avis du 31 mai 2016 [20]

- [1][Cigéo-2013-E-1.5][23] « *L'Andra poursuivra, conformément aux orientations définies par le PNGMDR, les études sur un scénario de stockage des combustibles usés, afin de vérifier que les concepts de stockage retenus pour Cigéo restent compatibles avec l'hypothèse du stockage direct de combustibles usés si ceux-ci étaient un jour considérés comme des déchets. »*
- [1][Cigéo-2013-D-4][8] « *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 préservée.»*
- [1][Cigéo-2013-D-5][8] « *La validation du concept d'alvéole retenu par l'Andra dans le dossier 2005 pour le stockage de combustible usé nécessiterait la réalisation d'un démonstrateur 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.»*
- [2][Cigéo-2013-D16][9] « *Le développement par étapes de l'installation, sur une durée à priori séculaire, implique de considérer : Le creusement et l'exploitation de certains alvéoles de devant intervenir que dans plusieurs dizaines d'années, des évolutions de connaissances et de techniques ainsi que le retour d'expérience pourront conduire*

à modifier les concepts retenus initialement dans le dossier de demande d'autorisation de création. Ces évolutions pourront notamment être issues des réexamens périodiques de sûreté qui conduiront à la réévaluation de sûreté de l'installation au regard des meilleures pratiques internationales. »

- [2][Cigéo-2014-D-18][16] «vous devrez présenter, dans les options de sûreté du projet Cigéo, les premiers éléments de justification de la flexibilité de l'installation et notamment concernant sa capacité à évoluer en vue d'accueillir les déchets pouvant relever d'un stockage en couche géologique profonde mais qui ne sont pas retenus dans l'inventaire de dimensionnement. Pour cela, vous vous appuyerez sur l'inventaire que vous prévoyez d'identifier dans le Plan directeur pour l'exploitation du stockage.»
- [2][Cigéo-2013-D-15][9] « le développement par étapes de l'installation, sur une durée a priori séculaire, implique de considérer :  
Le volume à l'intérieur duquel pourra s'étendre le stockage est limité et il convient de le gérer au mieux. Par ailleurs, le creusement et le fonctionnement des différentes tranches sont prévus pour être réalisés au fur et à mesure. La construction et le fonctionnement de nouvelles tranches peuvent alors avoir un impact sur la sûreté des tranches précédemment en fonctionnement.  
Une conception globale de l'installation, en considérant son extension maximale, doit donc être définie et présentée avec un niveau de démonstration de sûreté suffisant dès le dépôt de la demande d'autorisation de création de l'installation.»

## 6.2. Récupérabilité (en lien avec la sûreté en exploitation)

### 6.2.1. Maîtrise des conditions de sûreté et de radioprotection, y compris en cas de dégradation des ouvrages et des colis de déchets, et notamment :

- Paramètres à surveiller et moyens à mettre en œuvre

- [1][Cigéo-2011-R-16][21] « Confirmer l'efficacité des dispositions permettant de reprendre les colis de déchets pendant la période de réversibilité. »
- [1][Cigéo-2014-D-19][16] «Enfin, les documents relatifs aux options techniques de récupérabilité devront présenter, au stade des études d'avant-projet sommaire, la prise en compte des éléments pouvant conduire à une diminution de cette capacité d'exercice de la réversibilité, en particulier :
  - la difficulté d'accessibilité des colis de déchets, notamment à la suite de la fermeture des alvéoles de stockage, des galeries d'accès puis du centre de stockage ;
  - une perte d'intégrité du confinement des conteneurs de déchets radioactifs pouvant impliquer des contraintes fortes en termes de radioprotection ou limiter les possibilités de manutention ;
  - le vieillissement ou l'endommagement des structures (par exemple une déformation des alvéoles de stockage) rendant difficile les opérations de manutention.»
- [2][Cigéo-2010-E-2.1][24] « Pour ce qui concerne la démarche de sûreté pour la phase d'exploitation du stockage - Dans le cadre du processus décisionnel associé à la réversibilité, l'Andra définira des critères associés au passage d'un niveau d'échelle de récupérabilité à un autre, mesurables au moyen d'un programme d'observation et de surveillance de l'installation. »
- [2][Cigéo-2015-D-10][11] « Concernant la conduite de l'installation :  
Retrait des colis de déchets : en l'absence d'orientation précise sur les conditions de la réversibilité du stockage, l'Andra doit conserver une approche prudente visant à démontrer la possibilité du retrait de colis au cours de la phase d'exploitation de Cigéo, que les alvéoles soient scellées à la suite de leur remplissage ou ultérieurement. Les études menées devront en outre permettre d'apprécier les avantages et inconvénients de différentes options en terme de sûreté et de radioprotection, tant au cours de l'exploitation que sur le long terme.»

### 6.2.2. Opérations liées à la réouverture

- [1][Cigéo-2014-D-3][10] « Concernant la réversibilité et récupérabilité des colis de déchets : Pour finir, je note que les opérations de déconstruction des ouvrages de fermeture (bouchons d'alvéoles HA, scelllements d'alvéoles MAVL, ...) sont lourdes et délicates. Ainsi, si l'option d'une fermeture des alvéoles au cours de la phase d'exploitation était retenue, je considère que des essais pour démontrer la faisabilité de la réouverture d'alvéoles en vue de récupérer des colis de déchets devraient être réalisés au cours de la phase pilote.»
- [1][Cigéo-2014-D-4][10] « La question de la réouverture d'alvéoles potentiellement scellées devra par ailleurs être traitée dans le dossier d'options techniques de récupérabilité que vous vous êtes engagée à remettre en 2015.»

## 7. Phase industrielle pilote

- 7.1. Définition des éléments nécessaires au confortement de la démonstration de sûreté
- [1][Cigéo-2011-D-1][21] « *S'agissant des ouvrages de grande dimension, je vous demande de m'indiquer sous deux ans dans quel cadre et à quelle échéance un démonstrateur pourra être réalisé pour la qualification d'ouvrages de grandes dimensions. Vous préciserez également le programme d'expérimentations associées et présenterez son articulation avec l'approche de réalisation progressive du stockage que vous envisagez de mettre en œuvre.*»
  - [1][Cigéo-2011-D-2][21] « *Présenter, sous un an, les différentes phases prévues pour la réalisation du stockage ainsi que leurs échéances respectives en cohérence avec la disponibilité des éléments de démonstration nécessaires à l'examen de la sûreté de l'installation.*»
  - [1][Cigéo-2013-D-19][9] « *Je vous demande en conséquence de me transmettre sous 6 mois la liste des éléments techniques dont les performances doivent être confirmées par des résultats d'essais ou de démonstrateurs ainsi que leur calendrier de réalisation. Vous différencierez ceux qui relèvent de la demande d'autorisation de création et ceux qui relèvent du dossier de mise en service. »*
  - [1][Cigéo-2014-D-3][10] « *Concernant la réversibilité et récupérabilité des colis de déchets : Pour finir, je note que les opérations de déconstruction des ouvrages de fermeture (bouchons d'alvéoles HA, scellements d'alvéoles MAVL, ...) sont lourdes et délicates. Ainsi, si l'option d'une fermeture des alvéoles au cours de la phase d'exploitation était retenue, je considère que des essais pour démontrer la faisabilité de la réouverture d'alvéoles en vue de récupérer des colis de déchets devraient être réalisés au cours de la phase pilote.*»
  - [3][Cigéo-2014-E-1.3][22] « *[Pour ce qui concerne la zone endommagée d'argilites au droit des scellements :] L'Andra poursuivra ses investigations pour développer la variante du scellement de galeries avec coupures hydrauliques jusqu'au stade du prototype dans le cadre de la phase industrielle pilote.*»