



Direction des déchets,
des installations de recherche et du cycle

Montrouge, le 12 janvier 2018

N/Réf. : CODEP-DRC-2018-001635

Monsieur le directeur général de l'Andra
Parc de la Croix Blanche
1-7, rue Jean Monnet
92 298 CHATENAY MALABRY Cedex

Objet : Dossier d'options de sûreté pour le projet de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde.

Références : *in fine*

- Annexes :**
- [A] Avis n° 2018-AV-0300 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 janvier 2018 relatif au dossier d'options de sûreté présenté par l'Andra pour le projet Cigéo de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde
 - [B] Options de sûreté propres à prévenir ou limiter les risques pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement, compte tenu des conditions techniques et économiques du moment
 - [C] Études et justifications complémentaires nécessaires pour une demande d'autorisation de création
 - [D] Engagements pris par l'Andra au cours de l'instruction du DOS

Monsieur le directeur général,

Au terme de 15 années de recherches sur la gestion des déchets de haute et moyenne activité à vie longue, la loi du 28 juin 2006 de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs a fixé une feuille de route pour la gestion des déchets radioactifs et précise notamment que « *les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde* » [1]. Cette loi confie à l'Andra la mission de concevoir un centre de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde, centre qui relèvera du statut des installations nucléaires de base et sera soumis à ce titre au contrôle de l'Autorité de sûreté nucléaire.

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, vous avez proposé une modification du calendrier de développement du projet Cigéo par délibération de votre 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.

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 [3].

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 ») [4, 5]. Elle a ensuite pris position sur les documents produits par l'Andra entre 2009 et le débat public de 2013 [6], sur le jalon intermédiaire de conception au stade de l'esquisse présenté en 2012 [7], sur les ouvrages de fermeture [8], sur les risques en exploitation [9], sur le coût du projet [10] et sur le plan de développement des composants du projet [11].

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 [12, 13]. **Les orientations définies dans ces avis devront être prises en compte pour préparer le dossier de demande d'autorisation de création.**

Compte-tenu des spécificités liées au développement d'une installation de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde, l'ASN vous a fait part, en décembre 2014, de ses attentes sur le contenu du dossier d'options de sûreté [14]. En 2016, par lettres [15, 16, 17 et 18], vous avez remis à l'ASN un DOS pour le projet Cigéo, présentant notamment vos réponses à ces attentes [14].

L'ASN a accusé réception de ce dossier [19] et vous a demandé des compléments sur l'impact de Cigéo sur l'environnement, sur les essais technologiques réalisés et sur votre approche pour intégrer le rôle des facteurs humains dans la maîtrise des risques. L'ASN vous a également demandé de transmettre les éléments démontrant la bonne prise en compte des demandes [2014-D-2], [2015-D-10], [2015-D-11] relatives à la justification de l'architecture retenue, à la démonstration de la possibilité du retrait de colis au cours de la phase d'exploitation et au rétablissement des différentes fonctions du stockage à la suite d'une situation accidentelle. Des documents complémentaires, nécessaires à l'instruction, vous ont également été demandés. Enfin, constatant des manques trop importants pour instruire le document relatif aux spécifications préliminaires d'acceptation des colis primaires dans Cigéo, l'ASN vous a demandé de transmettre pour juillet 2016 une version complétée de ce document [20].

S'agissant de l'impact sur l'environnement, des essais technologiques et du rôle des facteurs humains, vous avez transmis une documentation explicitant l'état d'avancement de vos travaux. Sur le dernier point relatif aux spécifications préliminaires d'acceptation, vous avez transmis un document présentant la méthode d'élaboration de ces spécifications.

Dans le cadre de l'instruction qu'elle a pilotée, l'ASN a demandé :

- une revue par ses pairs, sous l'égide de l'AIEA [21],
- une expertise de l'IRSN, qui a rendu un rapport et un avis [22] [23],
- un avis des groupes permanents d'experts pour les déchets et pour les laboratoires et usines qui se sont réunis les 18 et 19 mai 2017 [24].

Au cours de l'instruction, vous avez transmis plusieurs documents, notamment ceux demandés par l'ASN, ainsi que vos réponses aux questions posées par l'IRSN.

Vous prévoyez de déposer mi-2019, auprès du ministre chargé de la sûreté nucléaire, le dossier de demande d'autorisation de création de Cigéo.

À la suite de l'instruction du DOS, l'ASN a établi l'avis du 11 janvier 2018, figurant en annexe [A].

Certaines options de sûreté sont apparues propres à prévenir ou limiter les risques pour les intérêts mentionnés au L. 593-1 du code de l'environnement, compte tenu des conditions techniques et économiques du moment. Elles sont détaillées en annexe [B].

L'instruction a également identifié d'autres études et justifications complémentaires nécessaires pour la demande d'autorisation de création, précisées en annexe [C]. Elles détaillent les attentes de l'avis du 11 janvier 2018 ou rappellent et précisent des demandes formulées lors d'instructions précédentes.

Votre dossier de demande d'autorisation de création devra également répondre aux dispositions de la réglementation en vigueur, notamment celles du décret et de l'arrêté du 23 février 2017 [25], de la décision du 17 novembre 2015 [26] et de l'article 10 du décret du 2 novembre 2007 [3] qui dispose que « [...] le rapport [préliminaire de sûreté] identifie les questions déjà étudiées dans [le cadre du dossier d'options de sûreté], les études complémentaires effectuées et les justifications complémentaires apportées, notamment celles demandées par l'Autorité de sûreté nucléaire dans son avis ; le cas échéant, il présente les modifications ou les compléments apportés aux options ayant fait l'objet de l'avis de l'Autorité ».

Enfin, lors de l'instruction, vous avez pris un certain nombre d'engagements, rappelés en annexe [D], que vous devrez respecter pour votre demande d'autorisation de création.

Votre dossier devra également répondre aux demandes de l'ASN et tenir compte des engagements que vous aviez pris lors des instructions précédentes, attendus à l'échéance de la demande d'autorisation de création ou préciser les réponses que vous avez déjà apportées.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le directeur général, l'expression de ma considération distinguée.

Le directeur général,

Signé

Olivier GUPTA

RÉFÉRENCES

- [1] Article L. 542-1-2 du code de l'environnement
- [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] Décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives
- [4] Avis de l'Autorité de sûreté nucléaire du 1^{er} 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
- [5] 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
- [6] Avis n° 2013-AV-0179 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 mai 2013 sur les documents produits par l'Andra depuis 2009 relatifs au projet de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde
- [7] Lettre ASN CODEP-DRC-2013-033414 du 18 novembre 2013
- [8] Lettre ASN CODEP-DRC-2014-039040 du 9 octobre 2014
- [9] Lettre ASN CODEP-DRC-2015-004834 du 7 avril 2015
- [10] Avis n° 2015-AV-0227 du 10 février 2015 de l'Autorité de sûreté nucléaire sur le dossier relatif à l'évaluation des coûts afférents au projet Cigéo de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde
- [11] Lettre ASN CODEP-DRC-2016-005220 du 20 juin 2016
- [12] 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 déchets radioactifs 2013-2015, en vue de l'élaboration du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 2016-2018
- [13] 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
- [14] Lettre ASN CODEP-DRC-2014-039834 du 19 décembre 2014
- [15] Lettre Andra DG/16-0105 du 6 avril 2016
- [16] Lettre Andra DG/16-0141 du 13 mai 2016
- [17] Lettre Andra DG/16-0156 du 24 mai 2016
- [18] Lettre Andra DISEF/DIR/16-0116 du 6 juillet 2016
- [19] Lettre ASN CODEP-DRC-2016-021729 du 16 juin 2016 – accusé de réception du DOS
- [20] Spécifications préliminaires d'acceptation des colis primaires à Cigéo
- [21] Rapport de la revue internationale par les pairs sur le « dossier d'options de sûreté » du projet de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde : Cigéo – Novembre 2016
- [22] Rapport IRSN n° 2017-00013 – projet de stockage Cigéo – Examen du Dossier d'Options de Sûreté – mai 2017
- [23] Avis IRSN 2017-00190 du 15 juin 2017 « Avis relatif au dossier Projet Cigéo – Dossier d'Options de Sûreté »
- [24] Lettre ASN CODEP-MEA-2017-021617 du 1^{er} juin 2017 – Avis et recommandations des Groupes Permanents d'Experts pour les Déchets et les Usines et pour les laboratoires et les usines du 18/05/2017 et du 19/05/2017 – Options de sûreté du projet Cigéo

- [25] Arrêté du 23 février 2017 pris en application du décret n°2017-231 du 23 février 2017 pris pour l'application de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
- [26] Décision n° 2015-DC-0532 de l'ASN du 17 novembre 2015 relative au rapport de sûreté des INB
- [27] Arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles techniques relatives aux installations nucléaires de base
- [28] Guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde du 12 février 2008 (ex-RFS-III.2.f)
- [29] Loi n° 2016-1015 du 25 juillet 2016 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
- [30] Programme industriel de gestion des déchets, version D du 3 juin 2014
- [31] Lettre Andra DISEF/DIR/17-0138 du 4 juillet 2017
- [32] Décision n° 2017-DC-0587 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 23 mars 2017 relative au conditionnement des déchets radioactifs et conditions d'acceptation des colis de déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base de stockage
- [33] Lettre Andra DISEF/DIR/17-0114 du 17 mai 2017
- [34] Lettre Andra DG/10-0324 du 19 janvier 2010
- [35] Lettre Andra DG/DIR/13-0020 du 22 janvier 2013
- [36] Règle fondamentale de sûreté n° 2001-01 : détermination du risque sismique pour la sûreté des installations nucléaires de base de surface
- [37] Lettre Andra DG/14-0314 du 14 novembre 2014
- [38] Lettre ASN CODEP-DRC-2011-002092 du 1^{er} juin 2011
- [39] Ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire

ANNEXE A À LA LETTRE CODEP-DRC-2018-001635

Avis n° 2018-AV-0300 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 11 janvier 2018 relatif au dossier d'options de sûreté présenté par l'Andra pour le projet Cigéo de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde



**Avis n° 2018-AV-0300 de l’Autorité de sûreté nucléaire du 11 janvier 2018
relatif au dossier d’options de sûreté présenté par l’Andra pour le projet Cigéo
de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde**

L’Autorité de sûreté nucléaire,

Vu le code de l’environnement, notamment ses articles L. 542-1-1, L. 542-1-2, L. 542-10-1, L. 542-12, L. 592-27 et L. 593-7 ;

Vu le décret n° 2007-1557 du 2 novembre 2007 modifié relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives, notamment son article 6 ;

Vu le décret n° 2017-231 du 23 février 2017 pris pour application de l’article L. 542-1-2 du code de l’environnement et établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs ;

Vu l’arrêté du 7 février 2012 modifié fixant les règles techniques relatives aux installations nucléaires de base ;

Vu l’arrêté du 15 janvier 2016 modifié relatif au coût objectif afférent à la mise en œuvre des solutions de gestion à long terme des déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue ;

Vu l’arrêté du 23 février 2017 pris en application du décret n° 2017-231 du 23 février 2017 pris pour application de l’article L. 542-1-2 du code de l’environnement et établissant les prescriptions de Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs ;

Vu la 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, notamment son article 3.1.6 ;

Vu la décision n° 2017-DC-0587 de l’Autorité de sûreté nucléaire du 23 mars 2017 relative au conditionnement des déchets radioactifs et aux conditions d’acceptation des colis de déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base de stockage ;

Vu le guide de sûreté de l’ASN relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde de février 2008 ;

Vu l’avis de l’Autorité de sûreté nucléaire du 1^{er} 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 ;

Vu l'avis n° 2011-AV-129 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 26 juillet 2011 sur le dossier relatif au stockage réversible profond de 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 ;

Vu l'avis n° 2013-AV-0179 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 mai 2013 sur les documents produits par l'Andra depuis 2009 relatifs au projet de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde ;

Vu l'avis n° 2013-AV-0187 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 4 juillet 2013 sur la transmutation des éléments radioactifs à vie longue ;

Vu l'avis n° 2015-AV-0227 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 10 février 2015 relatif à l'évaluation des coûts afférents au projet Cigéo de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde ;

Vu l'avis n° 2016-AV-0256 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 9 février 2016 sur les études relatives à l'évaluation du caractère valorisable des matières radioactives 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 ;

Vu l'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 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 des déchets radioactifs 2016-2018 ;

Vu l'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 ;

Vu l'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 ;

Vu le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) 2016-2018 ;

Vu l'avis délibéré n° 2016-036 du 20 juillet 2016 de l'Autorité environnementale sur le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (2016-2018) ;

Vu le rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques du 9 mars 2017 sur l'évaluation du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs 2016-2018 ;

Vu le bilan du débat public sur le projet de centre de stockage réversible profond de déchets radioactifs en Meuse/Haute-Marne (Cigéo) dressé par le Président de la Commission nationale du débat public et publié le 12 février 2014 ;

Vu la lettre ASN CODEP-DRC-2014-039834 du 19 décembre 2014 relative aux options de sûreté du projet Cigéo ;

Vu la lettre ASN CODEP-DRC-2015-004834 du 7 avril 2015 relative au dossier « maîtrise des risques en exploitation » ;

Vu la lettre ASN CODEP-DRC-2016-034029 - ASND/2016-00930 du 26 septembre 2016 relative à l'étude PNGMDR : évaluation technico-économique d'un procédé de traitement d'enrobés de boues bitumées par incinération/vitrification ;

Vu la lettre Andra DG/17-0097 du 27 avril 2017 transmettant ses engagements dans l'objectif de la demande d'autorisation de création de Cigéo ;

Vu le dossier d'options de sûreté remis par l'Andra par lettres DG/16-0105 du 6 avril 2016, DG/16-0141 du 13 mai 2016, DG/16-0156 du 24 mai 2016 et DISEF/DIR/16-0116 du 6 juillet 2016 ;

Vu le rapport de la revue par des experts issus d'autorités de sûreté étrangères, organisée par l'AIEA, sur le dossier d'options de sûreté du projet de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde : Cigéo – novembre 2016 ;

Vu le rapport de la commission nationale d'évaluation des recherches et études relatives à la gestion des matières et déchets radioactifs sur l'analyse des documents Cigéo 2016 et recommandations – novembre 2016 ;

Vu l'avis et les recommandations des groupes permanents d'experts pour les déchets et pour les laboratoires et les usines, relatifs au dossier d'options de sûreté du projet Cigéo, établis à l'issue de sa réunion des 18 et 19 mai 2017 sur la base du rapport de l'IRSN n° 2017-00013 ;

Vu les résultats de la consultation du public sur le projet d'avis du 1^{er} août au 15 septembre 2017 ;

Après avoir entendu les représentants de l'Andra le 6 juillet 2017 ;

Après avoir entendu les représentants du CEA le 9 octobre 2017 ;

Considérant que la gestion des déchets radioactifs est un enjeu de sûreté nucléaire et qu'il est nécessaire que l'ensemble de ces déchets dispose d'une filière de gestion sûre,

Rend l'avis suivant :

1) Concernant l'inventaire des déchets radioactifs à retenir pour la demande d'autorisation de création d'un stockage géologique profond et pour les éventuelles demandes de modifications au cours de l'exploitation

Considérant que :

- L'article L. 542-1-2 du code de l'environnement dispose que « *les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde* » ;
- L'article L. 542-10-1 du code de l'environnement dispose que « *La réversibilité est mise en œuvre par la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception et la flexibilité d'exploitation d'un stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs permettant d'intégrer le progrès technologique et de s'adapter aux évolutions possibles de l'inventaire des déchets consécutives notamment à une évolution de la politique énergétique. Elle inclut la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés selon des modalités et pendant une durée cohérentes avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage.* » ;

- L'article D. 542-90 du code de l'environnement dispose que *« L'inventaire à retenir par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs pour les études et recherches conduites en vue de concevoir le centre de stockage prévu à l'article L. 542-10-1 comprend un inventaire de référence et un inventaire de réserve. « L'inventaire de réserve prend en compte les incertitudes liées notamment à la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets ou à des évolutions de politique énergétique. « Le centre de stockage est conçu pour accueillir les déchets de l'inventaire de référence. « Il est également conçu par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, en lien avec les propriétaires des substances de l'inventaire de réserve, pour être en mesure d'accueillir les substances qui figurent à cet inventaire, sous réserve le cas échéant d'évolutions dans sa conception pouvant être mises en œuvre en cours d'exploitation à un coût économiquement acceptable. »*

Considérant que les principes présentés par l'ASN dans son avis du 16 mai 2013 susvisé concernant l'inventaire de déchets radioactifs à retenir dans le cadre de l'instruction d'un futur dossier de demande d'autorisation de création restent valables ;

Considérant que la quantité totale de déchets à stocker dans l'installation Cigéo est évaluée en tenant compte de l'inventaire des déchets produits jusqu'en 2010 et d'une estimation de ceux à produire après cette période,

L'ASN estime que :

- a) la méthode retenue pour l'établissement de l'inventaire des déchets à stocker dans l'installation Cigéo retenu par l'Andra au stade du DOS est satisfaisante ;
- b) cet inventaire, basé sur un scénario industriel de 2011, a néanmoins vocation à évoluer et que l'inventaire des déchets à retenir pour la conception de l'installation qui sera présenté dans la demande d'autorisation de création de l'installation devra être actualisé en prenant en compte les travaux menés dans le cadre du PNGMDR et l'avis de l'ASN du 16 mai 2013 susvisé, lequel indique notamment que *« cet 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 »*.
- c) au stade de la demande d'autorisation de création de l'installation, l'Andra doit présenter l'inventaire de réserve retenu, conformément à l'avis de l'ASN du 31 mai 2016 susvisé, et justifier qu'il n'y a pas d'élément rédhibitoire au stockage des déchets de cet inventaire de réserve.

2) Concernant le dossier d'options de sûreté du projet Cigéo de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde

Considérant qu'à la suite du débat public préalable au dépôt du dossier de demande d'autorisation de création tenu en 2013 et prévu par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, l'Andra a décidé de soumettre à l'ASN un dossier d'options de sûreté au sens de l'article 6 du décret du 2 novembre 2007 susvisé ; que cette démarche s'inscrit dans un processus de développement par étapes de l'installation, cohérent avec les préconisations du guide de sûreté de l'ASN de février 2008 susvisé ;

2.1) Observations générales

Considérant que le dossier d'options de sûreté montre notamment que l'Andra a :

- acquis une connaissance détaillée du site de Meuse/Haute-Marne, qui lui permet de confirmer la pertinence de la zone retenue pour l'implantation du stockage ;
- mené de nombreuses études pour caractériser les évolutions des différents composants du stockage (colis, matériaux métalliques, cimentaires et argileux) et a constitué un ensemble important de connaissances à ce sujet ;
- correctement identifié et étudié les perturbations (bactériennes, organiques, salines...) qui pourront affecter la roche hôte ainsi que les phénomènes qui se produiront pendant les transitoires (thermique, hydraulique, mécanique...) qui résulteront de l'implantation du stockage. Les résultats présentés tendent à indiquer que leur extension devrait être limitée par rapport à l'épaisseur de la roche hôte ;
- retenu des principes globalement satisfaisants dans la démarche de sûreté en exploitation et après fermeture, cohérents avec le guide de sûreté de l'ASN de février 2008 susvisé et les travaux d'instances internationales ;

Considérant néanmoins que des incertitudes, inhérentes à ce stade de développement du projet, demeurent ; que des études et justifications complémentaires sont attendues dans différents domaines, en particulier concernant la représentativité du modèle hydrogéologique, les phénomènes de corrosion, les bétons à bas pH, les critères d'endommagement acceptable de la roche et l'évolution des matériaux argileux durant la phase transitoire hydraulique-gaz,

L'ASN estime que

- a) le projet a atteint globalement une maturité technologique satisfaisante au stade du dossier d'options de sûreté ;
- b) le dossier d'options de sûreté est documenté et étayé et constitue une avancée significative par rapport aux dossiers « argile 2005 » et « jalon 2009 » ayant fait l'objet respectivement des avis de l'ASN du 1^{er} février 2006 et du 26 juillet 2011 susvisés.

2.2) Colis de déchets bitumés

Considérant que les colis de déchets bitumés représentent 18 % du nombre de colis de l'inventaire de référence de l'installation ; que des incertitudes demeurent concernant le comportement physico-chimique et thermique de ces colis en stockage, en particulier en situation incidentelle ou accidentelle conduisant à une élévation de température ;

Considérant que les options de conception retenues à ce stade par l'Andra ne permettent ni de prévenir ni de limiter les risques à un niveau acceptable en cas de réaction exothermique à l'intérieur d'un colis de déchets bitumés ;

Considérant qu'à ce stade deux voies principales sont identifiées pour la gestion des colis de déchets bitumés déjà conditionnés : 1° le développement d'un procédé assurant la neutralisation de la réactivité chimique des colis, 2° des évolutions substantielles des options de conception de l'installation de stockage pour exclure le risque d'emballement de réactions exothermiques en cas d'incendie ou d'élévation de température ;

Considérant qu'en tout état de cause, la deuxième voie ne pourrait être retenue que pour des colis de déchets bitumés suffisamment caractérisés permettant une modélisation de leur comportement en stockage ;

Considérant que la gestion des colis de déchets bitumés fait l'objet de demandes d'études encadrées par l'arrêté du 23 février 2017 susvisé, en particulier ses articles 46, 47 et 48 ;

Considérant que la décision du 23 mars 2017 susvisée dispose dans son article 2.3 que « *les opérations de conditionnement de déchets radioactifs permettent la production de colis de déchets radioactifs définitifs présentant une stabilité physico-chimique appropriée et assurant le confinement des substances radioactives et dangereuses qu'ils contiennent. Ces opérations sont adaptées à la nature et aux caractéristiques des déchets radioactifs et de l'installation de stockage à laquelle ils sont destinés et doivent notamment tenir compte des risques liés aux actions des agents chimiques et biologiques, à l'hétérogénéité de la répartition de déchets et à la production de chaleur dans ce colis.* »,

L'ASN estime que la recherche de la neutralisation de la réactivité chimique des colis de déchets bitumés doit être privilégiée. En parallèle, des études visant à modifier la conception pour exclure le risque d'emballement de réactions exothermiques doivent être conduites. En tout état de cause, la caractérisation dans les meilleurs délais de ces colis de déchets bitumés par leurs producteurs est un préalable indispensable.

2.3) Sujets pouvant conduire à des évolutions de conception

Justification de l'architecture du stockage

L'ASN estime nécessaire que l'Andra étudie une architecture de stockage qui renforce la capacité globale de confinement de l'installation, en prenant en considération au moins les lignes de défense suivantes et leur combinaison : le nombre et la performance des scellements de galerie, la distance entre les quartiers de stockage et la base des liaisons surface-fond, et le positionnement des quartiers de stockage par rapport aux liaisons surface-fond.

L'architecture retenue dans la demande d'autorisation de création sera justifiée par une étude des avantages et inconvénients de différentes options, en considérant les aspects relatifs à la sûreté et à la radioprotection en exploitation et à long terme.

Dimensionnement de l'installation aux agressions

L'ASN estime nécessaire que l'Andra présente et justifie, dans le dossier de demande d'autorisation de création, les niveaux d'aléas qu'elle retient pour les agressions ainsi que les exigences, les critères et les méthodes pour analyser le comportement des équipements et ouvrages soumis à ces aléas, en exploitation comme après fermeture, notamment pour ce qui concerne le séisme dans la démonstration de sûreté après la fermeture du stockage.

L'ASN estime nécessaire que, dans le dossier de demande d'autorisation de création, l'Andra retienne pour le dimensionnement de l'installation de surface, sauf justification particulière, un incendie impliquant au moins l'intégralité du contenu du colis primaire le plus pénalisant.

Surveillance de l'installation

Considérant que le dossier examiné apporte peu d'éléments concernant les modalités selon lesquelles l'Andra compte assurer une surveillance adaptée aux exigences de sûreté en phase d'exploitation et après fermeture du stockage,

L'ASN estime nécessaire que le dossier de demande d'autorisation de création présente et justifie la stratégie de surveillance de l'installation et les moyens à mettre en œuvre.

Situations post-accidentelles

Considérant que la possibilité d'intervenir et, le cas échéant, de réhabiliter l'installation est une priorité pour assurer la pérennité de la filière de gestion des déchets HA et MA-VL, dont Cigéo constitue l'unique exutoire ; que les éléments présentés dans le dossier d'options de sûreté n'ont pas entièrement répondu à la demande de l'ASN concernant le rétablissement des différentes fonctions du stockage à la suite d'une situation accidentelle, formulée dans son courrier du 7 avril 2015 susvisé,

L'ASN estime nécessaire que l'Andra présente, dans sa demande d'autorisation de création 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 ainsi que leur prise en compte et leur déclinaison dans la conception de l'installation, 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.

Un scénario conventionnel d'effondrement devra notamment être postulé. La démarche présentée devra intégrer l'analyse du retour d'expérience existant sur ce sujet.

3) Concernant la demande d'autorisation de création

L'ASN estime que le dossier de demande d'autorisation de création doit avoir un niveau de détail permettant, compte tenu du principe de réversibilité et du développement prévu de l'installation, d'avoir, conformément aux dispositions de l'article 3.1.6 de la décision de l'ASN du 17 novembre 2015 susvisée, la raisonnable assurance que la démonstration de sûreté nucléaire sera confirmée au moment de la remise de la version du rapport de sûreté établie pour la demande d'autorisation de mise en service de la partie concernée de l'INB.

*
* *

Le présent avis sera complété par une lettre adressée à l'Andra précisant les options de sûreté satisfaisantes ainsi que les études et justifications complémentaires nécessaires à la demande d'autorisation de création.

Fait à Montrouge, le 11 janvier 2018.

Le collège de l'Autorité de sûreté nucléaire,*

Signé par

Pierre-Franck CHEVET

Sylvie CADET-MERCIER

Philippe CHAUMET-RIFFAUD

Lydie EVRARD

* Commissaires présents en séance

Je considère que les options de sûreté et les démarches listées sont propres à prévenir ou à limiter les risques pour les intérêts mentionnés au L. 593-1 du code de l'environnement, compte tenu des conditions techniques et économiques du moment.

A. Options de conception

- le principe de séparation physique des flux dans les zones de chantier et d'exploitation nucléaire pour les liaisons surface-fond, notamment pour la descenderie « bi-tube » qui permet de disposer de possibilités d'actions supplémentaires en situation incidentelle [7] ;
- les principes de l'architecture qui facilitent la gestion des risques liés à la coactivité, notamment le principe de séparation des zones nucléaires et travaux [9] ;
- le maintien, voire le renforcement, des choix structurants qui ont été considérés comme favorables lors de l'examen du dossier dit « Jalon 2009 », en particulier le faisceau de deux galeries de liaison dans la zone de stockage MAVL, la séparation physique des activités au niveau de la zone centrale, la minimisation du nombre d'interfaces entre zones nucléaires et de travaux [7] ;
- l'emplacement des scellements surface-fond au toit du Callovo-Oxfordien, dans l'unité silto-carbonatée (USC) où les propriétés mécaniques de la roche sont plus favorables à un endommagement faible. Cet emplacement permet de tirer le meilleur profit des caractéristiques naturelles de la formation hôte.

B. Description de l'installation et de son environnement

- la connaissance détaillée du site de Meuse/Haute-Marne, qui confirme la pertinence de la zone retenue pour l'implantation du stockage [A] ;
- l'identification des perturbations (bactériennes, organiques, salines...) qui pourront affecter la roche hôte ainsi que les phénomènes qui se produiront pendant les phases transitoires (thermique, hydraulique, mécanique...) qui résulteront de l'implantation du stockage. Les résultats présentés tendent à indiquer que leur extension devrait être limitée par rapport à l'épaisseur de la roche hôte [A] ;
- les nombreuses études pour caractériser les évolutions des différents composants du stockage (colis, matériaux métalliques, cimentaires et argileux) [A] ;
- la méthodologie conservatrice d'estimation de l'extension de la fracturation en voute des alvéoles, en fonction des taux de vide laissés dans les ouvrages, du diamètre de ceux-ci et d'un taux de foisonnement retenu ;
- la modélisation des phénomènes dimensionnant les quartiers HA et notamment l'importance du comportement thermo-hydro-mécanique (T-H-M) des argilites ;
- la méthode retenue pour l'établissement de l'inventaire des déchets à stocker dans l'installation Cigéo [A] ;
- la mesure d'application des facteurs de marges aux inventaires de différentes familles de colis du PIGD ;
- la démarche de distribution de l'inventaire radiologique pour l'évaluation de l'impact du stockage conférant un caractère majorant à l'évaluation d'impact du stockage, au regard des incertitudes liées aux chroniques de mise en stockage des colis ;

C. Démarche de sûreté

- les principes de la démarche de sûreté en exploitation et après fermeture, cohérents avec le guide de sûreté de l'ASN [28] et les travaux d'instances internationales [A] ;

- les catégories de situations pour la sûreté en exploitation, conformes à l'article 3.7 de l'arrêté du 7 février 2012 [27] ;
- pour la démarche de sûreté après fermeture du stockage, l'ensemble des scénarios correspondant à différentes situations envisageables à long terme, y compris d'éventuelles exploitations du sous-sol ;
- les catégories de scénarios après fermeture, conformes au guide de sûreté de l'ASN [28].

D. Maîtrise des risques en exploitation

- l'abandon de l'utilisation d'engins de manutention propulsés par un moteur thermique dans la zone nucléaire, le choix d'un transfert de colis sur rails dans l'ensemble des installations souterraines, la réduction du nombre de moyens de manutention possibles dans les alvéoles MAVL et la limitation des matières combustibles dans les zones nucléaires [7] ;
- la stratégie consistant à retenir comme premier système de confinement le colis de stockage et comme second système la hotte de manutention, ce qui va dans le sens d'une amélioration de la maîtrise des risques de dispersion des matières radioactives [7] ;
- la stratégie retenue de mise en œuvre d'une barrière de filtration à très haute efficacité à l'extraction d'air des alvéoles MAVL [9] ;
- les dispositions concernant la maîtrise des risques liés à la perte d'alimentation électrique, d'alimentation en air comprimé ou d'approvisionnement en eau nécessaire à l'extinction incendie dans les ouvrages souterrains ;
- la prise en compte de la défaillance interne la plus défavorable d'un EIP sollicité par l'incident ou l'accident dans le référentiel incendie ;
- les hypothèses et les dispositions prises pour le dimensionnement des installations de surface vis-à-vis du risque de chute d'aéronef ;
- la démarche d'analyse des risques liés à la manutention. Celle-ci est conforme aux bonnes pratiques pour les bâtiments de l'installation de surface et l'installation souterraine et se base sur l'état de l'art en matière de remontées mécaniques pour la descenderie ;
- les dispositions en matière de maîtrise des risques de criticité, ainsi que des risques associés à la coactivité ou encore à la manutention des colis ;
- les modalités de prise en compte des risques d'exposition des travailleurs et de dispersion de substances radioactives.

Je considère que les études et justifications complémentaires suivantes sont nécessaires pour la demande d'autorisation de création de l'installation Cigéo de stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde.

A. Niveau de détail attendu pour la demande d'autorisation de création

Dans son avis du 11 janvier 2018 [A], l'ASN estime que : « le dossier de demande d'autorisation de création doit avoir un niveau de détail permettant, compte tenu du principe de réversibilité et du développement prévu de l'installation, d'avoir, conformément aux dispositions de l'article 3.1.6 de la décision de l'ASN du 17 novembre 2015 susvisée, la raisonnable assurance que la démonstration de sûreté nucléaire sera confirmée au moment de la remise de la version du rapport de sûreté établie pour la demande d'autorisation de mise en service de la partie concernée de l'INB. » [2018-Avis-D-1].

B. Inventaire des déchets radioactifs à retenir pour la demande d'autorisation de création d'un stockage géologique profond

L'article L. 542-10 du code de l'environnement, tel que modifié par la loi du 25 juillet 2016 [29] dispose que « La réversibilité est mise en œuvre par la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception et la flexibilité d'exploitation d'un stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs permettant d'intégrer le progrès technologique et de s'adapter aux évolutions possibles de l'inventaire des déchets consécutives notamment à une évolution de la politique énergétique. Elle inclut la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés selon des modalités et pendant une durée cohérentes avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage. »

L'article D. 542-90 du code de l'environnement précise que « L'inventaire à retenir par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs pour les études et recherches conduites en vue de concevoir le centre de stockage prévu à l'article L. 542-10-1 comprend un inventaire de référence et un inventaire de réserve.

L'inventaire de réserve prend en compte les incertitudes liées notamment à la mise en place de nouvelles filières de gestion de déchets ou à des évolutions de politique énergétique.

Le centre de stockage est conçu pour accueillir les déchets de l'inventaire de référence.

Il est également conçu par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs, en lien avec les propriétaires des substances de l'inventaire de réserve, pour être en mesure d'accueillir les substances qui figurent à cet inventaire, sous réserve le cas échéant d'évolutions dans sa conception pouvant être mises en œuvre en cours d'exploitation à un coût économiquement acceptable. »

Dans son avis du 10 février 2015 [10], l'ASN estime que l'inventaire de réserve, dit d'adaptabilité par le passé, doit être défini comme « comme un inventaire enveloppe présentant une vision élargie et couvrant d'éventuelles évolutions d'inventaire qui seraient consécutives à des décisions prises à l'avenir en termes de politique énergétique ou industrielle ainsi qu'à la réorientation de certains déchets qui ne seraient pas acceptables en faible profondeur vers le stockage géologique »

Dans son avis du 11 janvier 2018 [A], l'ASN estime que :

- a) l'inventaire des déchets à stocker, « basé sur un scénario industriel de 2011, a [...] vocation à évoluer et que l'inventaire des déchets à retenir pour la conception de l'installation qui sera présentée dans la demande d'autorisation de création de l'installation devra être actualisé en prenant en compte les travaux menés dans le cadre du PNGMDR et l'avis de l'ASN du 16 mai 2013 susvisé indiquant notamment que « cet 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. » [2018-Avis-D-2].

b) « au stade de la demande d'autorisation de création de l'installation, l'Andra doit présenter l'inventaire de réserve retenu, conformément à l'avis de l'ASN du 31 mai 2016 susvisé et justifier qu'il n'y a pas d'élément rédbibitoire au stockage des déchets de cet inventaire de réserve. » [2018-Avis-D-3].

En complément à la demande [2018-Avis-D-3] :

[2018-D-4] Je vous demande de préciser les hypothèses retenues pour l'évaluation des quantités comptabilisées dans l'inventaire de réserve.

En ce qui concerne les combustibles usés, inclus dans l'inventaire de réserve, et en lien avec la demande [2018-Avis-D-1] :

[2018-D-5] Je vous demande de présenter une évaluation des inventaires radiologiques et chimiques des combustibles usés.

[2018-D-6] Je vous demande, conformément au PNGMDR 2016-2018, que des études sur l'inventaire de réserve soient jointes au dossier de demande d'autorisation de création et qu'elles intègrent :

- une esquisse des concepts retenus pour l'éventuel stockage des déchets de cet inventaire ;
- la démonstration que la conception retenue pour l'installation de stockage dont la création est prévue préserve la possibilité technique de l'accueil des déchets de cet inventaire ;
- des éléments présentant les modifications éventuelles à apporter aux installations « support » (descenderies, galeries d'accès, installations de surface, ventilation,...) et de leur impact potentiel sur la démonstration de sûreté de l'installation ;
- les jalons d'un programme R&D qui permettrait de disposer, en temps voulu, de la démonstration complète de la sûreté de leur stockage.

Ces études devraient permettre d'avoir la raisonnable assurance que la démonstration de sûreté pourra, le cas échéant, être confirmée pour les déchets de l'inventaire de réserve. Les éléments pertinents sont à verser à la version préliminaire du rapport de sûreté, conformément à la demande [2018-Avis-D-1].

L'instruction du DOS a montré que les dimensions des ouvrages nécessaires pour permettre la manutention des colis de combustibles usés appellent des études géotechniques complémentaires. Vous étayerez, par conséquent, les études demandées par la demande [2018-D-6] par des études géotechniques complémentaires permettant de démontrer l'adaptabilité de la conception de Cigéo au regard de l'accueil des combustibles usés, actuellement comptabilisés dans l'inventaire de réserve. [2018-D-7]

Enfin, une mise à jour de l'Inventaire national est prévue en 2018, avant votre demande d'autorisation de création. Ainsi, l'actualisation de l'inventaire des déchets à stocker présenté dans votre demande devra prendre en compte cette mise à jour.

Je vous rappelle les demandes de l'ASN issues de l'instruction du dossier « plan de développement des composants » [11] : [2016-D-014] « L'Andra devra déterminer de manière précise les essais qui devront être réalisés durant la phase industrielle pilote, les éléments attendus, nécessaires pour conforter la démonstration de sûreté, ainsi que leur durée d'acquisition intégrant des aléas de réalisation pour ces essais, la définition des conditions d'environnement attendues pour leur réalisation, ainsi que l'inventaire des colis de déchets strictement nécessaire aux besoins de cette démonstration et leur chronique de stockage » et [2016-D-15] « Dans ce cadre, l'Andra devra déterminer de manière précise les essais qui devront être réalisés préalablement à la mise en service de l'INB puis à son fonctionnement à cadence industrielle, la durée d'acquisition attendue des éléments qui seront nécessaires pour les valider, intégrant des aléas de réalisation pour ces essais, la définition des conditions d'environnement attendues pour leur réalisation, leur positionnement par rapport à la phase industrielle pilote, l'inventaire des colis de déchets strictement nécessaire à ces essais et leur chronique de stockage. »

[2018-D-8] Je vous demande de présenter la chronique de livraisons des déchets HA et MA-VL en vous basant sur la version à date de l'Inventaire national et en détaillant les colis de la phase industrielle pilote conformément aux demandes [2016-D-14] et [2016-D-15].

C. Marges à considérer pour l'établissement de l'inventaire des déchets radioactifs

Les marges à considérer pour l'établissement de l'inventaire sont destinées, d'après le programme industriel de gestion des déchets (PIGD) version D [30], « à couvrir des incertitudes sur le volume de déchets futurs à produire ou de déchets anciens qui doivent faire l'objet d'opérations de reprise et conditionnement, sur les modalités de conditionnement et les caractéristiques de certains déchets, tout en restant à l'intérieur du périmètre défini pour le scénario industriel des producteurs en matière d'installations, de durées d'exploitation et de filières de gestion des déchets. »

Les marges présentées sont définies par les différents producteurs de déchets selon des méthodologies différentes et ne sont pas détaillées. Elles ne permettent pas de s'assurer du respect de la demande formulée par l'ASN dans son avis du 16 mai 2013 [6] : « 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. À cet égard, seuls les conditionnements répondant aux objectifs du guide de l'ASN du 12 février 2008 susvisé sont acceptables. » [2013-D-2].

Vous vous êtes engagés à « présenter dans le dossier de DAC l'inventaire des colis à stocker avec la discrimination des marges prises en compte afin d'améliorer la lisibilité de l'inventaire et de mieux apprécier son conservatisme » [2017-E-3].

[2018-D-9] Je vous demande également de justifier les marges retenues.

D. Spécifications d'acceptation des colis de déchets radioactifs

À la demande de l'ASN [19] d'envoi d'une version préliminaire des spécifications d'acceptation des colis de déchets dans Cigéo plus complète, vous avez transmis une note méthodologique décrivant votre démarche d'élaboration. Vous avez transmis une version complétée des spécifications par lettre du 4 juillet 2017 [31].

Je vous rappelle que selon l'article 4.2.2 de la décision de l'ASN du 23 mars 2017 [32] « l'exploitant d'une INB de stockage à l'étude établit, dès que possible et au plus tard à l'occasion du dépôt de la demande d'autorisation de création de son installation, une version préliminaire des spécifications d'acceptation des colis de déchets radioactifs mentionnés à l'article 3.1.1, dénommées spécifications préliminaires d'acceptation des colis de déchets radioactifs. Il les transmet à l'ASN, aux producteurs de déchets et aux exploitants des INB de conditionnement concernés. »

Par ailleurs, sans préjudice de l'instruction des spécifications complétées, à venir, je vous rappelle que selon l'article 3.1.1 de la décision de l'ASN du 23 mars 2017 [32] « les spécifications d'acceptation des colis de déchets radioactifs définissent les critères qu'un colis de déchets radioactifs définitif doit respecter pour être accepté dans l'installation en vue de son stockage ; ces critères portent notamment sur les caractéristiques et propriétés radiologiques, physiques, mécaniques et chimiques du colis. Ces spécifications sont compatibles avec la démonstration mentionnée à l'article L. 593-7 du code de l'environnement pour l'INB de stockage pendant son fonctionnement et après sa fermeture, en tenant compte :

- des situations de fonctionnement normal ou mode dégradé, ainsi que d'incident ou d'accident retenues dans la démonstration de sûreté nucléaire,
- de la durée de fonctionnement de l'INB de stockage, de la durée de sa phase de surveillance et, le cas échéant de son caractère réversible,
- des interactions possibles entre les colis de déchets et les composants ouvragés du stockage.

Ces spécifications sont incluses dans les règles générales de l'exploitation (RGE) de l'installation. »

E. Colis de déchets bitumés

Les colis de déchets bitumés représentent 18 % du nombre de colis de l'inventaire de référence de l'installation. Des incertitudes demeurent concernant le comportement physico-chimique et thermique de ces colis en stockage, en particulier en situation incidentelle ou accidentelle conduisant à une élévation de température.

Les options de conception retenues à ce stade par l'Andra ne permettent ni de prévenir ni de limiter les risques à un niveau acceptable en cas de réaction exothermique à l'intérieur d'un colis de déchets bitumés.

À ce stade, deux voies principales sont identifiées pour la gestion des colis de déchets bitumineux déjà conditionnés : 1° le développement à une échelle industrielle d'un procédé assurant la neutralisation de la réactivité chimique des colis, 2° des évolutions substantielles des options de conception de l'installation de stockage pour exclure le risque d'emballlement de réactions exothermiques en cas d'incendie ou d'élévation de température.

En tout état de cause, la deuxième voie ne pourrait être retenue que pour des colis de déchets bitumés suffisamment caractérisés permettant une modélisation de leur comportement en stockage.

La gestion des colis de déchets bitumés fait l'objet de demandes d'études encadrées par l'arrêté du 23 février 2017 susvisé, en particulier ses articles 46, 47 et 48.

La décision du 23 mars 2017 susvisée dispose dans son article 2.3 que « *les opérations de conditionnement de déchets radioactifs permettent la production de colis de déchets radioactifs définitifs présentant une stabilité physico-chimique appropriée et assurant le confinement des substances radioactives et dangereuses qu'ils contiennent. Ces opérations sont adaptées à la nature et aux caractéristiques des déchets radioactifs et de l'installation de stockage à laquelle ils sont destinés et doivent notamment tenir compte des risques liés aux actions des agents chimiques et biologiques, à l'hétérogénéité de la répartition de déchets et à la production de chaleur dans ce colis.* »,

Dans son avis du 11 janvier 2018 [A], l'ASN estime que « *la recherche de la neutralisation de la réactivité chimique des colis de déchets bitumés doit être privilégiée. En parallèle, des études visant à modifier la conception pour exclure le risque d'emballlement de réactions exothermiques doivent être conduites. En tout état de cause, la caractérisation dans les meilleurs délais de ces colis de déchets bitumés par leurs producteurs est un préalable indispensable.* »

Par conséquent :

[2018-D-10] Je vous demande, si vous envisagez le stockage en l'état de tout ou partie des colis de déchets bitumés de présenter, dans le dossier de demande d'autorisation de création, des modifications de conception pour exclure le risque d'emballlement des réactions exothermiques, concernant notamment :

- les dispositions de surveillance permettant de détecter au plus tôt une montée progressive de la température ;
- les dispositions prévues en cas d'incendie pour empêcher des réactions exothermiques des colis de déchets bitumés et la propagation à un ou d'autres colis ;
- les mesures de limitation des conséquences vis-à-vis de la dissémination de matière radioactive à la suite d'une dégradation thermique des colis.

F. Phénomènes de corrosion des aciers

À ce stade, vous envisagez d'utiliser des aciers principalement pour deux composants du concept de référence de l'alvéole de stockage de colis de déchets HA, le conteneur de stockage et le chemisage, auxquels sont associées les fonctions suivantes :

- pour le conteneur de stockage, une étanchéité à l'eau ;
- pour le chemisage, une stabilité mécanique de l'alvéole.

Concernant le dimensionnement de ces composants métalliques associées aux fonctions précédentes, je vous rappelle la demande [2014-D-13] issue de l'instruction du « Dossier 2005 » [4] et réitérée [8] à l'issue de l'instruction du dossier « Ouvrages de fermeture » : « *[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 ».

Compte tenu des incertitudes résiduelles au regard des connaissances sur les conditions d'environnement et la prédominance du phénomène de corrosion généralisée mises en avant à la suite de l'instruction du DOS, la démarche de dimensionnement issue de la demande [2014-D-13] doit être précisée pour le dossier de demande d'autorisation de création. Votre engagement [2017-E-16] permet de répondre en partie à cette demande.

En complément :

[2018-D-11] Je vous demande de confirmer le dimensionnement des conteneurs en acier des colis HA et des composants des alvéoles correspondants (chemisage, bride...), à l'égard des phénomènes de corrosion, par des tests en vraie grandeur dans le laboratoire de Meuse/Haute-Marne. À cet égard, les premiers résultats de tels essais doivent être présentés en support au dossier de demande d'autorisation de création, pour consolider notamment le bien-fondé du concept d'alvéole HA en termes de faisabilité et de surveillance.

Cette demande complète vos engagements [2017-E-19], [2017-E-20] et [2017-E-21].

G. Bétons à bas pH

L'utilisation des bétons à « bas pH » (pH inférieur à 11) à proximité des ouvrages de scellement, évoqué comme une possibilité dans le « Dossier 2005 », est retenue comme option de référence depuis le dossier « Ouvrages de fermeture ». Ces bétons à « bas pH » apportent une perturbation alcaline plus faible à long terme sur les milieux argileux et peuvent donc présenter un intérêt particulier pour les portions de revêtement dont la dépose n'est pas prévue lors de la mise en place des ouvrages de scellement. Des questions subsistent toutefois quant à la tenue mécanique de ces bétons à « bas pH » dans un contexte de stockage, par rapport à celle des bétons ordinaires.

Je vous rappelle la demande [2014-D-8] issue de l'instruction du dossier « Ouvrage de fermeture » [8] de montrer que : « *[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. »

Concernant plus précisément les massifs d'appui des ouvrages de scellement ainsi que les revêtements des alvéoles MAVL, l'instruction du DOS a montré que le recours à des bétons à « bas pH » dans le stockage n'apparaît pas justifié en l'état actuel des connaissances, notamment en raison des incertitudes portant sur la durée pendant laquelle leur tenue mécanique pourra être assurée. Par conséquent :

[2018-D-12] Je vous demande de justifier, pour les massifs d'appui des ouvrages de scellement ainsi que des revêtements des alvéoles MAVL contenant des déchets vitrifiés, le recours à des bétons à « bas pH » dans le stockage, notamment en raison des incertitudes portant sur leur tenue mécanique sur des durées compatibles avec celle de la phase d'exploitation de Cigéo.

À cet égard, le programme R&D que vous avez remis le 17 mai 2017 [33], dont les résultats sont prévus pour le dossier de demande d'autorisation de création, présente des travaux concernant les caractéristiques et le comportement des bétons des massifs d'appui et des revêtements. Ce type de programme devrait permettre d'apporter des éléments de réponse à la demande [2014-D-8] et [2017-D-10] au stade du dossier de demande d'autorisation de création. À cet égard, votre engagement [2017-E-24] contribuera à répondre à ces deux demandes.

H. Situations post accidentelles

La possibilité d'intervenir et, le cas échéant, de réhabiliter l'installation est une priorité pour assurer la pérennité de la filière de gestion des déchets HA et MA-VL, dont Cigéo constitue l'unique exutoire. Les éléments présentés dans le dossier d'options de sûreté n'ont pas entièrement répondu à la demande de l'ASN concernant le rétablissement des différentes fonctions du stockage à la suite d'une situation accidentelle, formulée par courrier du 7 avril 2015 [9].

Dans son avis du 11 janvier 2018 [A], précisant la lettre du 7 avril 2015 [9], l'ASN estime « *nécessaire que l'Andra présente dans sa demande d'autorisation de création 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 ainsi que leur prise en compte et leur déclinaison dans la conception de l'installation, 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.*

Un scénario conventionnel d'effondrement devra notamment être postulé. La démarche présentée devra intégrer l'analyse du retour d'expérience existant sur ce sujet. » [2018-Avis-D-13].

I. Évolution des matériaux argileux durant la phase transitoire hydraulique-gaz

Des gaz seront produits dans le stockage après la fermeture de celui-ci, principalement de l'hydrogène issu de la corrosion anoxique des composants métalliques et de la radiolyse de certains déchets MA-VL. Cet hydrogène vient pour 50 % des alvéoles HA, 40 % des alvéoles MA-VL et 10 % des autres ouvrages (galeries d'accès et de liaison, zones de soutien logistique...). Il est produit sur une période de plusieurs dizaines de milliers d'années et représente un total d'environ 10^{10} moles ($2 \cdot 10^7$ kg). Après fermeture du stockage (mise en place des remblais et des scellements), il ne peut plus être évacué par la ventilation de l'installation. Par conséquent, une phase se met en place durant laquelle les gaz s'évacuent dans les alvéoles et les galeries de liaison et l'installation souterraine se sature en eau à nouveau, appelée phase transitoire hydraulique-gaz.

Je vous rappelle les demandes issues de l'instruction du dossier « Ouvrage de fermeture » [8] :

- [2014-D-9] « *[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. »*
- [2014-D-7] « *[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. »*

À cet égard, le programme *R&D* que vous avez remis le 17 mai 2017 [33] présente des travaux concernant le comportement hydraulique-mécanique-chimique-gaz (HMC-Gaz) des ouvrages de fermeture. Ce type de programme devrait permettre d'apporter des éléments de réponse aux demandes [2014-D-7] et [2014-D-9] au stade du dossier de demande d'autorisation de création.

L'Andra a considéré l'hypothèse d'un stockage complètement saturé en eau dès l'instant initial (i.e. immédiatement après la fermeture), estimant cette hypothèse comme conservatrice et permettant de s'affranchir des incertitudes sur les durées de resaturation des différents composants du stockage. Cependant, à la suite de l'instruction du DOS, ce caractère conservatif n'est pas clairement démontré. Par conséquent et en complément de l'engagement [2010-E-15.2] issue de l'instruction du dossier « Jalon 2009 » [34] :

[2018-D-14] Je vous demande de présenter les conclusions des études relatives à la prise en compte explicite du transitoire de resaturation du stockage par rapport à l'hypothèse supposée pénalisante d'une resaturation immédiate de celui-ci, pour les évaluations quantitatives de sûreté après fermeture.

L'instruction du DOS montre que l'absence d'effet des gaz sur les milieux argileux n'a pas été clairement démontrée. Ainsi l'impact de pressions d'entrée non nulles sur les résultats de simulations numériques du transitoire hydro-mécanique (H-M) (notamment sur la valeur maximale de la pression de gaz dans le stockage) et des mécanismes de migration de gaz observés (notamment aux interfaces noyau de scellement/zones d'argilites plus ou moins endommagées proches d'un état de saturation totale en eau) doit être évaluée pour la demande d'autorisation de création. Par conséquent :

[2018-D-15] Je vous demande de conforter la justification selon laquelle, au-delà des premiers milliers d'années pendant lesquels les ouvrages de fermeture seaturent, les gaz peuvent traverser aisément et sans dommages des ouvrages de fermeture quasi-saturés.

J. Représentativité du modèle hydrogéologique

Votre modèle hydrogéologique est établi sur la base de données géologiques, hydrogéologiques et hydrogéochimiques. À la suite de l'instruction du DOS, des incertitudes demeurent sur les vitesses de transfert simulées à partir de ce modèle pouvant conduire à des évaluations différentes en termes de localisation des exutoires naturels de l'Oxfordien et de temps de transferts associés. Par conséquent l'apparition d'un exutoire dans le prochain million d'années n'est pas exclue. Les résultats de ce modèle servent de base à l'évaluation de l'impact radiologique.

[2018-D-16] Je vous demande de poursuivre l'amélioration de la représentativité du modèle hydrogéologique afin de préciser la localisation des exutoires possibles des écoulements du site.

K. Critères d'endommagement acceptable de la roche

Des différences notables en termes de dimension ou de technique de construction existent entre les ouvrages de Cigéo destinés à être scellés et ceux du laboratoire souterrain. Néanmoins la zone endommagée présente autour des ouvrages industriels est suffisamment similaire à celle autour de la galerie expérimentale CDZ (Compression de l'EDZ, Excavation damaged zone) pour montrer la même évolution favorable. Compte tenu de cette similarité, les conditions pour lesquelles les observations et résultats expérimentaux de la galerie CDZ sont applicables aux ouvrages de Cigéo, notamment en termes de critères d'acceptabilité de la zone endommagée, doivent être identifiées.

À cet égard, je vous rappelle la demande [2014-D-15] issue de l'instruction du dossier « Ouvrage de fermeture » [8] et attendue pour la demande d'autorisation de création : « [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. »

Au stade du DOS, l'instruction a montré que l'indétermination relative aux options de scellement et aux performances retenues ne permet pas de définir les critères d'acceptabilité de la zone endommagée attendue en paroi des ouvrages destinés à être scellés, ni par conséquent les dimensions maximales acceptables de ces ouvrages associées à leurs méthodes de creusement et soutènement.

À ce sujet, vous avez pris les engagements [2017-E-11], [2017-E-12] et [2017-E-13] pour la demande d'autorisation de création. Ce sujet sera particulièrement regardé lors de cette instruction. Je vous rappelle que, conformément au chapitre 6.7 du guide de sûreté de l'ASN [28], la prise en compte des incertitudes et études de sensibilité sont des éléments essentiels de l'analyse de sûreté.

L. Justification de l'architecture du stockage

Le guide de sûreté de l'ASN [34] introduit plusieurs notions essentielles concernant le stockage en couche géologique profonde, concernant notamment le système de stockage¹ et l'approche itérative à mettre en place pour la préparation de la démonstration de sûreté².

En application de l'article 3.1.6³ de la décision du 17 novembre 2015 [26], l'architecture du système de stockage doit faire l'objet de justifications. Ainsi je vous rappelle les demandes issues des différents dossiers relatives aux justifications à apporter sur l'architecture retenue du système de stockage :

¹ 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.

² - 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 ouvragés, 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.

³ Cet article dispose que « La version préliminaire du rapport de sûreté établie dans le cadre d'une demande d'autorisation de création décrit et analyse les principaux choix de conception et de construction et démontre que les dispositions techniques, organisationnelles et humaines prévues pour l'INB permettent de limiter les risques que l'INB présente vis-à-vis des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement.

[...]

Elle comprend par ailleurs les éléments mentionnés dans le titre IV de la présente annexe avec un niveau de détail permettant, compte tenu de l'exploitation prévue de l'installation :

[...]

b) de démontrer la pertinence des choix de conception et d'exploitation retenus pour l'INB par rapport à des critères définis en se référant, le cas échéant, aux objectifs mentionnés à l'article 2.1 de la présente annexe,

c) d'analyser la conception générale de l'INB et l'architecture générale des systèmes et structures assurant les fonctions mentionnées au chapitre III du titre IV de la présente annexe ou contrôlant que ces fonctions sont assurées au regard de l'analyse des événements déclencheurs identifiés. »

- [2014-D-1][8] « 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. »
- [2014-D-2][8] « 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. »
- [2013-D-13][7] « 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. »
- [2014-D-20][14] « [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. »
- [2013-D-14][7] « Concernant 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. »

L'instruction du DOS a montré que l'Andra n'a pas présenté une analyse d'options d'architecture (positionnement des liaisons surface-fond en amont hydraulique des quartiers de stockage, allongement des longueurs des galeries...) qui aurait permis d'évaluer l'impact des pistes d'optimisation qu'elle a retenu vis-à-vis de la sûreté et de la radioprotection en exploitation et à long terme.

En outre, dans le DOS, l'Andra a présenté une étude de sensibilité aux éléments d'architecture de l'installation souterraine de Cigéo (longueur et diamètre de galeries, section des puits, nombre et performance hydraulique des scellements) en considérant la situation « de référence » du domaine d'évolution normale et les scénarios de dysfonctionnement des ouvrages de fermeture. Cette étude de sensibilité apporte des éléments de réponse à la demande [2013-D-13] et s'inscrit dans l'esprit de la demande [2014-D-2] sans y répondre. Les demandes [2013-D-13] et [2014-D-2] restent donc d'actualité pour la constitution du dossier de demande d'autorisation de création. Par ailleurs, l'instruction du DOS a montré que la description du concept de référence des alvéoles de stockage de déchets HA ainsi que la performance des bouchons de ces alvéoles ne sont pas encore suffisamment établies pour clore la demande [2014-D-20] et la demande [2013-D-14].

Dans son avis du 11 janvier 2018 [A], l'ASN estime nécessaire que « l'Andra étudie une architecture de stockage qui renforce la capacité globale de confinement de l'installation, en prenant en considération au moins les lignes de défense suivantes et leur combinaison : le nombre et la performance des scellements de galerie, (la distance entre les quartiers de stockage et la base des liaisons surface-fond, et le positionnement des quartiers de stockage par rapport aux liaisons surface-fond. L'architecture retenue dans la demande d'autorisation de création sera justifiée par une étude des avantages et inconvénients de différentes options, en considérant les aspects relatifs à la sûreté et à la radioprotection en exploitation et à long terme.» [2018-Avis-D-17].

Par ailleurs, vous prévoyez de stocker les colis de déchets vitrifiés MAVL soit en intercalaires des colis de déchets vitrifiés HA, soit en alvéole de stockage MAVL.

[2018-D-18] Je vous demande de justifier l'option de stockage que vous retiendrez pour les colis de déchets vitrifiés MAVL.

M. Stockage direct des colis MAVL

Dans le dossier « maîtrise des risques en exploitation » [9], vous avez présenté, comme variante à l'option de référence qui consiste à placer les colis primaires de déchets vitrifiés MAVL (à raison de 4 colis primaires) dans un conteneur de stockage en béton, la possibilité de stocker directement, sans conteneur de stockage, certains colis primaires. À l'issue de l'instruction de ce dossier, l'ASN vous a indiqué [2015-D-1] que « *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.* » Dans le DOS, les colis de stockage qui pourraient faire l'objet d'un stockage direct ne sont pas clairement définis. Le niveau de détail de la version préliminaire des spécifications d'acceptation des colis n'a pas permis d'instruire l'acceptabilité en stockage direct de colis primaires. La réponse à la demande [2015-D-1] est donc attendue dans le dossier de demande de demande d'autorisation de création.

Par ailleurs, le recours à ce type de stockage pourrait être remis en cause notamment pour des raisons de :

- criticité : pour les CSD-C, en entreposage, le mode de contrôle est la limitation par la masse et la géométrie. L'absence de colis de stockage peut rendre plus difficile le contrôle par la géométrie ;
- gestion des taux de vide dans le stockage, compte tenu du fait que tous les colis pour le moment envisagés pour un stockage direct sont de forme cylindrique.

Enfin, vous avez indiqué lors de l'audition de la commission nationale d'évaluation (CNE) du 21 septembre 2017 que 6 alvéoles MAVL sur 22 contiendraient des colis MAVL sans conteneur de stockage. Par conséquent, en complément de la demande [2015-D-1],

[2018-D-19] Je vous demande de justifier l'option de stockage direct des colis MAVL, en particulier au regard de la gestion de la criticité et du taux de vide admissible en alvéole MAVL.

N. Impact de l'installation sur l'environnement et la santé humaine

a. Impact radiologique

L'instruction du DOS a montré que l'évaluation des impacts radiologiques sur la santé humaine après fermeture respecte les recommandations du guide de sûreté de 2008 [28], tant pour des scénarios d'évolution normale que pour les scénarios altérés. Cependant compte tenu de l'ensemble des incertitudes relevées dans l'instruction sur :

- les paramètres, notamment sur la spéciation chimique du ⁷⁹Se relâché par les colis vitrifiés ;
- l'évolution des composants, notamment l'évolution de l'endommagement/cicatrisation de la roche ;
- la modélisation du système, notamment sur l'apparition d'un exutoire dans l'Oxfordien ;

et compte tenu du fait que l'impact radiologique sur l'environnement n'a pas été présenté au stade du DOS :

[2018-D-20] Je vous demande de poursuivre l'évaluation de l'impact radiologique à long terme de l'installation sur l'homme et l'environnement lié à la présence de relâchements. En particulier, la contribution à l'impact radiologique du ⁷⁹Se, selon sa spéciation chimique, sera réévaluée.

Cette demande est en lien avec votre engagement [2017-E-66].

b. Impact chimique

L'évaluation d'impact des substances chimiques par l'installation sur le long terme n'était pas une demande de la lettre de cadrage [14]. Ainsi au stade du DOS, vous n'évaluez pas l'impact à long terme des substances toxiques chimiques sur l'homme et l'environnement. Néanmoins elle constitue un élément attendu de l'étude d'impact qui sera jointe au dossier de demande d'autorisation de création, conformément au décret du 2 novembre 2007 [3] et aux dispositions de l'article 8.5.1 de l'arrêté du 7 février 2012 [27].

Ainsi :

[2018-D-21] Je vous demande de :

- définir et de justifier l'inventaire en toxiques chimiques qui sera considéré ;
- montrer la pertinence de l'extrapolation des méthodes d'évaluation de l'impact sur l'homme et l'environnement retenues pour la phase d'exploitation à la phase post-fermeture.

L'ASN sera vigilante à la démarche employée pour définir un niveau de risques sanitaires acceptable, ainsi qu'aux hypothèses considérées pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires et de l'impact environnemental.

Sur ce sujet, vous avez pris les engagements [2017-E-59], [2017-E-63] et [2017-E-65].

O. Dimensionnement de l'installation aux agressions

L'article 1.3 de l'arrêté du 7 février 2012 [27] définit les agressions internes et externes telles que « *tout événement ou situation qui trouve son origine respectivement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation nucléaire de base et qui peut entraîner de manière directe ou indirecte des dommages aux éléments importants pour la protection ou remettre en cause le respect des exigences définies.* » Les articles 3.5 et 3.6 de l'arrêté du 7 février 2012 [27] définissent l'incendie comme faisant partie de la liste des agressions externes et internes.

Par conséquent au regard de cet article, les conséquences à la fois directes et indirectes d'un incendie sur les éléments importants pour la protection des intérêts (EIP) à protéger des effets d'un incendie doivent être étudiées. Par ailleurs, l'instruction du DOS a montré qu'à ce stade, pour certains scénarios d'incendie considérés, l'absence de conséquences sur les EIP à protéger des effets d'un incendie, notamment par effet indirect, n'est pas démontrée. Par conséquent :

[2018-D-22] Je vous demande d'étudier dans les scénarios d'incendie, les conséquences directes et indirectes d'un incendie sur les éléments importants pour la protection (EIP) à protéger des effets d'un incendie et de statuer sur la suffisance des dispositions de protection contre l'incendie (DPCI).

Par ailleurs, concernant le scénario d'incendie pour le dimensionnement en surface, dans son avis du 11 janvier 2018 [A], l'ASN estime nécessaire que « *l'Andra retienne pour le dimensionnement de l'installation de surface, sauf justification particulière, un incendie impliquant au moins l'intégralité du contenu du colis primaire le plus pénalisant.* » **[2018-Avis-D-23]**.

Concernant l'évaluation de l'aléa sismique et des conséquences d'un séisme, je vous rappelle la demande formulée par l'ASN dans son avis du 16 mai 2013 [6] et les engagements issus des dossiers « Jalon 2009 » [34] et « Documents produits par l'Andra depuis 2009 » [35] :

- [2010-E-13.1] « *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.* »
- [2010-E-15.1] « *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. »*
- [2013-E-3.2] « 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. »
 - [2013-D-6] « 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. »
 - [2010-E-13.2] « 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. »

Pour estimer l'aléa sismique sur la durée de la phase d'exploitation, un spectre appelé « *spectre SMS* » assimilé au spectre du séisme majoré de sécurité est déterminé selon la méthode présentée dans la règle fondamentale de sûreté n° 2001-01 [36]. Pour la phase de post-fermeture, un spectre de réponse appelé SMP « *séisme maximum proposé* » assimilé au séisme maximum physiquement possible (SMPP), préconisé par le guide de l'ASN relatif au stockage géologique [28], est utilisé.

L'instruction du DOS a montré que :

- concernant la phase d'exploitation, la détermination des SMS doit être complétée au regard des incertitudes associées, en considérant notamment des catalogues de sismicité consolidés, d'autres zonages sismotectoniques disponibles et pour l'installation souterraine, la variation du mouvement sismique avec la profondeur dans le domaine de fréquence (0,25 - 33 Hz) ;
- concernant la phase post-fermeture, le SMP doit être justifié au regard d'une possible évolution des contraintes tectoniques et d'un spectre déterminé uniquement sur des bases physiques (dimension des failles), par exemple tel que le modèle sismotectonique MS1 issu du « Dossier 2005 » ou le modèle structural régional issu du DOS.

Par conséquent les engagements [2010-E-13.1] et [2010-E-15.1], déjà attendus pour le DOS, sont toujours attendus pour la demande d'autorisation de création. La réponse à ces engagements pourra être apportée par l'Andra au travers de l'engagement [2017-E-55] concernant la phase d'exploitation et le SMS et au travers de la réponse à la demande de l'ASN ci-après [2017-D-25], concernant la phase post-fermeture et le SMP. Par ailleurs, dans la cadre de l'engagement [2010-E-13.2], il sera nécessaire que l'Andra vérifie la tenue des ouvrages et des équipements classés EIP sous l'effet d'un séisme type SMS.

En particulier :

[2018-D-24] Je vous demande de retenir, pour la phase après fermeture, le spectre SMP enveloppe du modèle structural régional et du modèle de « séisme flottant » présentés dans le DOS.

Concernant les agressions météorologiques (neige, températures extrêmes, vent extrême) et les inondations, l'instruction du DOS a montré que les niveaux d'aléas choisis ne sont pas justifiés, en particulier au regard des données météorologiques retenues et aux effets locaux. De plus, le caractère majorant de ces niveaux d'aléas n'est pas acquis pour la démonstration de sûreté.

Concernant l'ensemble de ces aléas, dans son avis du 11 janvier 2018 [A], l'ASN estime nécessaire que « *l'Andra présente et justifie, dans le dossier accompagnant la demande d'autorisation de création, les niveaux d'aléas qu'elle retient ainsi que les exigences, les critères et les méthodes pour analyser le comportement des équipements et ouvrages soumis à ces aléas, en exploitation comme après fermeture, notamment pour ce qui concerne le séisme dans la démonstration de sûreté après la fermeture du stockage.* » **[2018-Avis-D-25]**.

P. Surveillance de l'installation

Le guide de l'ASN relatif au stockage géologique [28] rappelle qu'« un programme de surveillance de l'installation doit être mis en œuvre pendant la construction des ouvrages de stockage jusqu'à la fermeture de l'installation [...]. La nécessité de mettre en œuvre cette surveillance doit être prise en compte dès la conception du système de stockage. Outre sa contribution à la sûreté de l'installation en phase d'exploitation, le programme de surveillance a pour objectif de suivre l'évolution de certains paramètres caractérisant l'état des composants [...] et du milieu géologique, ainsi que les principaux phénomènes responsables de cette évolution. Le programme de surveillance basé sur l'actualisation des connaissances scientifiques doit permettre de montrer que les phénomènes précités ont bien été anticipés et restent maîtrisés. Il apporte également les éléments nécessaires pour la gestion, l'exploitation et la réversibilité de l'installation. Les moyens utilisés pour la surveillance ne doivent pas diminuer le niveau de sûreté. »

L'instruction du DOS montre des lacunes importantes dans l'élaboration de la stratégie de surveillance et l'identification des moyens à mettre en œuvre.

Ainsi, les paramètres physiques nécessitant d'être mesurés ne sont pas identifiés, que ce soit pour les risques liés à l'exploitation ou pour les fonctions de sûreté après fermeture. Ainsi l'engagement [2014-E-7] « 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. » [37] reste d'actualité pour le dossier de demande d'autorisation de création.

Concernant la surveillance des alvéoles de stockage MAVL, je vous rappelle la demande issue du dossier « Plan de développement des composants » [11] [2016-D-009] « Concernant l'importance donnée aux composants dont les performances attendues seront reprises comme des paramètres clés dans la démonstration de sûreté nucléaire de l'installation : leur développement doit être suivi avec une attention particulière. Ils sont en effet susceptibles de conduire à des modifications marquées de concepts si la solution de référence retenue jusque-là se montrait insuffisante au regard des objectifs recherchés, lors d'essais de démonstration technique. Au regard des instructions précédemment réalisées, les domaines suivants nécessitent, à ce titre, un suivi particulier :

- la surveillance de ces alvéoles (techniques à mettre en œuvre et stratégie). »

Le DOS apporte peu d'éléments techniques relatifs à la surveillance, par exemple concernant la technologie des capteurs envisagés. Le projet européen « Modern2020 », dont l'Andra est pilote, devrait permettre d'apporter des précisions pour le dossier de demande d'autorisation de création.

Enfin, concernant les moyens de surveillance de certains paramètres clés, en particulier ceux inaccessibles en exploitation, il n'est pas assuré, au regard de la conception actuellement retenue, qu'ils puissent être mis en œuvre. Vous n'avez ainsi que partiellement répondu à votre engagement [2014-E-7].

Par conséquent, dans son avis du 11 janvier 2018 [A], l'ASN estime nécessaire que « le dossier de demande d'autorisation de création présente et justifie la stratégie de surveillance de l'installation et les moyens à mettre en œuvre. » [2018-Avis-D-26].

Vos engagements en lien avec cette demande portent sur les sujets suivants :

- la surveillance de la corrosion des aciers [2017-E-20] ;
- les contrôles portant sur les emballages de transport et les colis [2017-E-31] ;
- la contamination atmosphérique des alvéoles MA-VL [2017-E-35] ;
- la surveillance de la concentration d'hydrogène en sortie des alvéoles MA-VL [2017-E-42] ;
- la stratégie et les dispositions techniques de surveillance des alvéoles HA, notamment le maintien du jeu fonctionnel [2017-E-47].

Q. Fermeture et opérations de réouverture de Cigéo

a) Stratégie de fermeture

Pour le DOS, vous avez réalisé une analyse multicritère intégrant la sûreté en exploitation, la surveillance, le service industriel, la récupérabilité et l'optimisation technico-économique.

De cette analyse multicritères l'Andra a retenu une stratégie de fermeture progressive en trois grandes étapes : fermeture des alvéoles HA0 vers 2070, fermeture du quartier MA-VL vers 2100 et fermeture des quartiers HA1/HA2 vers 2145 pour une fermeture définitive de Cigéo vers 2150. Deux autres options de fermeture ont aussi été présentées dans le plan directeur pour l'exploitation (PDE) : fermeture anticipée des alvéoles au fur et à mesure de leur remplissage (par tranche de travaux de fermeture engagée tous les 10 ans) et fermeture tardive en fin d'exploitation, c'est-à-dire en 2145. L'option anticipée n'a pas été retenue afin de limiter les risques en exploitation et pour préserver la récupérabilité et la surveillance, celle tardive non plus car elle ne permet pas d'avoir un retour d'expérience suffisant et progressif des stratégies de fermeture.

Vous avez cependant précisé que des scénarios de fermeture différents pourraient finalement être retenus si des éléments nouveaux sont identifiés, en APD, pendant les essais ou pendant toute la durée de vie de l'installation.

L'instruction du DOS a montré que les critères retenus pour apprécier les différentes stratégies de fermeture du stockage sont pertinents. Cependant, votre démarche n'a pas été présentée.

[2018-D-27] Je vous demande de préciser et justifier la stratégie de fermeture retenue pour le stockage.

Par ailleurs, à la suite de l'instruction du dossier « maîtrise des risques en exploitation » [9], l'ASN vous a demandé pour le DOS [2015-D-10] : *« 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. »*

L'analyse permettant d'apprécier les avantages et inconvénients de différentes options a bien été réalisée, mais seule une synthèse a été jointe au DOS. Par conséquent, la réponse à la demande [2015-D-10] est attendue pour la demande d'autorisation de création.

b) Opérations liées à la réouverture

La loi du 25 juillet 2016 [29] fixe *« la durée minimale pendant laquelle, à titre de précaution, la réversibilité du stockage doit être assurée. Cette durée ne peut être inférieure à cent ans. »* Dans le DOS, les premières opérations de fermeture d'alvéoles et de galeries sont programmées vers 2070 pour le quartier HA0 et 2100 pour le quartier MAVL. Par conséquent le retrait des colis qui seraient stockés dans une alvéole fermée nécessiterait sa réouverture au moyen d'opérations de déconstruction des remblais, des scellements de galeries et d'ouvrages de fermeture des alvéoles HA et MA-VL. Par conséquent :

[2018-D-28] Je vous demande de présenter la faisabilité technique des opérations de déconstruction des remblais, des scellements de galeries et des ouvrages de fermeture ainsi que l'évaluation de sûreté associée à de telles opérations, notamment en termes de radioprotection des travailleurs et de quantification du risque relatif à une atmosphère explosive.

R. Système de gestion intégrée :

L'article 2.4.1 de l'arrêté du 7 février 2012 [27] dispose que « *Le système de management⁴ intégré précise les dispositions mises en œuvre en termes d'organisation et de ressources de tout ordre pour répondre aux objectifs mentionnés au I.* » et l'article 2.4.2 que « *L'exploitant met en place une organisation et des ressources adaptées pour définir son système de management intégré, le mettre en œuvre, le maintenir, l'évaluer et en améliorer l'efficacité. Il procède périodiquement à une revue de son système de management intégré dans le but d'en évaluer la performance, d'identifier les améliorations possibles, et de programmer la mise en œuvre des améliorations retenues.* »

Je vous rappelle par ailleurs la demande [2014-D-34] attendue pour le DOS [14] « *[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).* »

L'instruction du DOS a montré que le plan de management décrivant, entre autres, l'approche relative aux facteurs organisationnels humains (FOH) se limite à la phase d'esquisse, aujourd'hui révolue, et ne comporte aucune information sur les phases d'avant-projet sommaire (APS) et d'avant-projet détaillé (APD). Il apparaît également que l'organisation interne à la maîtrise d'ouvrage (MOA) doit être consolidée en veillant à ce que l'organisation présentée dans le plan de management favorise une interaction avec l'ensemble des acteurs (maîtrise d'œuvre (MOE), cellule d'exploitation, direction de l'ingénierie, direction chargé de la maîtrise des risques,...). Au regard de l'avancement de la conception, l'identification des activités humaines sensibles (changement des filtres THE, maintenance des freins du funiculaire, ...) est clairement attendue au stade de la demande d'autorisation de création et en cohérence avec celles identifiées par chaque sous-système de MOE. Par ailleurs, au regard du choix de conception de Cigéo (automatisation des opérations de transfert et de mise en alvéoles), le plan de management doit porter sur les activités de surveillance des installations et de maintien opérationnelle des équipements. Enfin, le choix des activités d'exploitation qui ne pourraient pas être externalisées doit être précisé pour la demande d'autorisation de création.

Par ailleurs, je vous rappelle la demande issue de la lettre du 7 avril 2015 [9], dont la réponse est attendue pour le dossier de demande d'autorisation de création : [2015-D-9] « - *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.* » ;

Par conséquent :

[2018-D-29] Je vous demande de préciser dans votre système de gestion intégré, pour la phase d'exploitation et après fermeture :

- la démarche de pérennisation des compétences dans les domaines techniques (notamment pour les travaux de creusement) et technologiques (systèmes informatiques et conservation des données) ;
- l'intégration du processus de maintenance de l'ensemble des moyens déployés, notamment la démarche de remplacement des composants nécessaires à la surveillance (« *monitoring* ») de l'installation ;
- la gestion du besoin en compétences externes et approvisionnements, en particulier pour ce qui concerne les matériels et matériaux mis en œuvre dans Cigéo ;
- l'identification des activités humaines sensibles, les risques associés à leur mauvais accomplissement et les conséquences pour la sûreté et la radioprotection ;
- l'organisation et la répartition des rôles des différents acteurs (maîtrise d'ouvrage, maîtrises d'œuvre, cellule d'exploitation, direction de l'ingénierie, direction chargé de la maîtrise des risques,...) ;
- les modalités de revue du système de gestion intégrée ;

⁴ Les termes « système de management intégré » correspondent désormais aux termes « système de gestion intégrée », tels qu'introduits par l'article 26 de l'ordonnance du 10 février 2016 [39].

- la réponse à la demande [2016-D-001] issue du dossier « Plan de développement des composants » [11].

Ce programme doit contribuer aux fonctions de sûreté de l'installation.

Vos engagements [2017-E-50] et [2017-E-51] sont en lien avec cette demande en vue de répondre à la demande [2014-D-34].

S. Développement progressif du projet

Au cours de ses précédentes instructions, l'ASN a formulé plusieurs demandes relatives au développement du projet et à son calendrier. En particulier, dans le cadre de l'instruction du dossier « Jalon 2009 », l'ASN vous a demandé [38] de « *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 [Demande 2011-D-2].* »

Le dossier d'esquisse « Jesq03 » remis par l'Andra fin 2012 [7] devait apporter la réponse à cette demande, mais son instruction a montré que les réponses étaient partielles, compte tenu du peu d'informations disponibles sur les paramètres qui seront observés lors des expérimentations en cours ou à venir, sur les résultats attendus ou sur le calendrier. L'ASN vous a ainsi demandé de compléter votre réponse [7] et de 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 [Demande 2013-D-19].* »

En réponse à cette demande, vous avez adressé à l'ASN, le document « Plan de développement des composants du projet Cigéo » qui présente les travaux prévus pour concevoir et démontrer les performances des ouvrages de stockage (conteneurs, alvéoles, quartiers), de liaison et de fermeture.

Dans sa lettre de suite, l'ASN a indiqué [11]

« Au regard des éléments produits dans votre dossier, je considère que le calendrier de développement du projet Cigéo que vous annoncez ne présente pas de marge. En particulier, il ne prend pas en compte les incertitudes relatives :

- *à la disponibilité effective des éléments nécessaires aux prises de décisions à chaque grande étape (demande d'autorisation de création, début de la phase industrielle pilote, passage en exploitation à cadence industrielle...)* ;
- *à la durée prévue pour les travaux de creusement, entre l'autorisation de création et le début de la phase industrielle pilote, qui semble ne pas tenir suffisamment compte des précautions rendues nécessaires par la singularité du projet Cigéo ;*
- *à la durée prévue pour la phase industrielle pilote qui pourrait ne pas être suffisante pour réaliser et intégrer l'ensemble des essais de qualification attendus.*

L'ASN a indiqué dans son avis du 25 février 2016 [...], rendu à la suite de l'instruction des études remises au titre du PNGMDR 2013-2015, qu'elle estime nécessaire que l'Andra « actualise le planning projet de Cigéo. Ce planning devra comporter des marges proportionnées aux aléas potentiels et aux incertitudes résiduelles ».

Cette actualisation devra intégrer les incertitudes relevées ci-dessus dans l'établissement des marges à faire figurer dans ce calendrier. Vous indiquerez les conséquences sur le fonctionnement du laboratoire souterrain de ce nouveau calendrier [Demande 2016-D-002]. »

La réponse à cette demande est attendue au plus tard au dépôt du dossier de demande d'autorisation de création.

Vous avez transmis, dans votre courrier du 17 mai 2017 [33], le dossier « les activités de R&D scientifiques et technologiques en support à la préparation du dossier de DAC ». Ce dossier ne répond que partiellement à la demande [2013-D-19] et n'apporte pas d'élément de réponse à la demande [2016-D-014] puisqu'il ne concerne que les activités de R&D nécessaires à la constitution du dossier de demande d'autorisation de création.

Les demandes [2013-D-19] et [2016-D-014] devront donc être traitées dans le dossier de demande d'autorisation de création. Afin d'évaluer au plus tôt l'état d'avancement de ce sujet, un point d'étape devra être présenté au plus tard le 15 février 2018.

Concernant les ouvrages de grandes dimensions, je vous rappelle les demandes [2011-D-1] « *S'agissant des ouvrages de grande dimension⁵, 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.* » et [2014-D-3] « *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.* » dont les réponses étaient attendues pour le DOS.

Il apparaît à l'issue de l'instruction du DOS qu'aucun démonstrateur d'alvéole MA-VL inactif fermé permettant d'acquérir un retour d'expérience préalable n'a été prévu. Ainsi les demandes [2011-D-1] et [2014-D-3] sont toujours valables pour le dossier de demande d'autorisation de création.

T. Phase industrielle pilote

La phase industrielle pilote prévu par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement est une phase clé avant le passage de Cigéo en exploitation courante. Selon la loi du 25 juillet 2016 [29], « *l'autorisation de mise en service mentionnée à l'article L. 593-11 est limitée à la phase industrielle pilote* » et à la fin de cette phase industrielle pilote, « *le Gouvernement présente un projet de loi adaptant les conditions d'exercice de la réversibilité du stockage.* » Ainsi, afin de proposer ces conditions d'exercice de la réversibilité du stockage, la récupérabilité des colis doit être démontrée durant cette phase industrielle pilote.

Par conséquent et en complément de la demande [2016-D-014] et en accord les recommandations du PNGMDR :

[2018-D-30] Je vous demande de démontrer la récupérabilité des colis, composante de la réversibilité, durant cette phase industrielle pilote, en fonctionnement normal et en situations incidentelles et accidentelles.

U. Autorisation de création d'une installation nucléaire de base : cas spécifique de Cigéo

L'article 8 du décret du 2 novembre 2007 [3] précise les pièces nécessaires au dossier de demande d'autorisation de création d'une installation nucléaire de base. L'article L. 542-10-1 du code de l'environnement précise que « *un centre de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs est une installation nucléaire de base.* » à « *caractère réversible.* »

Par conséquent :

[2018-D-31] Je vous demande d'intégrer, dans les pièces mentionnées à l'article 8 du décret du 2 novembre 2007 [3], les dispositions (études de sûreté notamment) prises au titre de la réversibilité, telle que définie par la loi du 25 juillet 2016 [29] et conformément à la décision du 17 novembre 2015 [26] en particulier son article 3.1.6.

⁵ Il s'agit des alvéoles MAVL

V. Plan directeur pour l'exploitation (PDE)

La production d'une proposition de plan directeur d'exploitation (PDE) a été décidée par l'Andra lors de la délibération du conseil d'administration du 5 mai 2014 relative aux suites à donner au débat public afin de « *décrire le déroulement dit de « référence » du projet Cigéo, tel qu'envisagé par l'Andra à la fin des études APS, d'explicitier les objectifs de la phase industrielle pilote et de présenter les choix offerts par la réversibilité en matière de conduite du projet Cigéo.* » L'article L. 542-10-1 du code de l'environnement dispose maintenant que « *afin de garantir la participation des citoyens tout au long de la vie d'une installation de stockage en couche géologique profonde, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs élabore et met à jour, tous les cinq ans, en concertation avec l'ensemble des parties prenantes et le public, un plan directeur de l'exploitation de celle-ci.* »

[2018-D-32] Je vous invite à intégrer dans le PDE, lors de prochaines mises à jour :

- Pour la phase industrielle pilote, les éléments pertinents de la réponse à la demande [2016-D-014] relative aux essais, aux résultats attendus et à l'inventaire de colis de déchets ;
- Les modalités de passage de la phase industrielle pilote à la phase d'exploitation courante ;
- Pour la revue de réversibilité prévue par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, l'organisation et les modalités à mettre en place ;
- L'impact du calendrier mis à jour suite à la demande [2016-D-002] sur la conduite du projet ;
- Les échéances structurantes de la chronique de livraison des colis de déchets ;
- Les principes du programme d'observation et de surveillance associé à la demande **[2018-Avis-D-27]**.

Engagements pris par l'Andra

Châtenay-Malabry, le 27 AVR. 2017

Monsieur Pierre-Franck CHEVET
Président de l'Autorité de Sûreté
Nucléaire

15-21, rue Louis Lejeune
CS 70013
92541 MONTROUGE CEDEX

Le directeur général

Réf : [1] Lettre DG/16-0105 du 6 avril 2016
[2] Lettre DG/16-0141 du 13 mai 2016
[3] Lettre DG/16-0156 du 24 mai 2016
[4] Lettre DISEF/DIR/16-0116 du 6 juillet 2016

N/réf : DG/17-0097

Objet : Projet de stockage Cigéo - Instruction du dossier relatif aux « options de sûreté -
livrables Cigéo 2015 »

Monsieur le président,

Dans le cadre de l'instruction du dossier cité en objet transmis par lettres citées en références de [1] à [4], vous trouverez en annexe à la présente les engagements que l'Andra propose de prendre dans l'objectif de l'autorisation de création de Cigéo.

Ces engagements ont fait l'objet d'échanges avec l'IRSN dans le cadre de l'instruction dès la réunion préparatoire au groupe permanent.

Ces engagements constituent uniquement les nouveaux engagements issus de l'instruction du dossier cité en objet et ne reprennent pas ceux des instructions précédentes. Conformément aux échanges entre nos services, l'ensemble des demandes et engagements issus des instructions sur des dossiers intermédiaires, depuis le Dossier 2005 et jusqu'à ceux présentés en annexe du présent courrier, pourrait faire l'objet d'un échange entre l'ASN et l'Andra sur la base :

- du rapport définitif d'avis qui sera envoyé par l'IRSN avant la tenue du groupe permanent ; celui-ci reprendra les engagements antérieurs en indiquant si ils sont soldés ou non de leur point de vue ;
- de l'analyse de la pertinence de certaines demandes et engagements formulés lors des différentes instructions au regard de l'évolution des référentiels ainsi que de la conception de Cigéo. Le cadre législatif et réglementaire spécifique au projet Cigéo devra en particulier être regardé ;
- de l'analyse de l'ensemble des engagements et demandes, au regard de leur regroupement par thématique et de la cohérence de leur articulation calendaire.

.../2

Afin d'alimenter cet échange, nous prévoyons de vous transmettre prochainement un document de synthèse présentant les travaux de R&D prévus dans les années à venir en support des différentes étapes de la démonstration de sûreté. A l'issue de cette analyse entre nos services, la liste des demandes et engagements pourrait être ainsi stabilisée en vue de l'autorisation de création.

Vous en souhaitant bonne réception, je vous prie de croire, Monsieur le président, à l'assurance de ma considération distinguée.

Pierre-Marie ABADIE

P.J. : Engagements de l'Andra

Copies externes :

Diffusion par voies postale et électronique :

ASN/DRC

ASN/DRC

ASN/DRC

IRSN/PRP-DGE/SEDAN

Diffusion par voie électronique :

IRSN/PRP-DGE

IRSN/PRP-DGE/SEDAN/BERIS

IRSN/PRP-DGE/SEDAN/BEGESC

ENGAGEMENTS ANDRA

- E1-2017 Le dossier de DAC sera basé sur un inventaire prévisionnel des colis à stocker tenant compte d'un scénario industriel de référence actualisé, notamment en accord avec la stratégie retenue par EDF pour gérer le parc REP et le réacteur EPR (durée d'exploitation des réacteurs, type de combustible chargé).
- E2-2017 Pour ce qui concerne les déchets dont le conditionnement ne sera pas défini, l'Andra justifiera dans le dossier de DAC les hypothèses retenues dans la démonstration de sûreté.
- E3-2017 L'Andra présentera dans le dossier de DAC l'inventaire des colis à stocker avec la discrimination des marges prises en compte afin d'améliorer la lisibilité de l'inventaire et de mieux apprécier son conservatisme.
- E4-2017 L'Andra présentera à l'échéance de la DAC, une version consolidée des spécifications préliminaires d'acceptation des colis primaires à Cigéo, définissant l'ensemble des exigences déclaratives, quantitatives et qualitatives assignées aux colis primaires HA et MA-VL, en cohérence avec la conception et la démonstration de sûreté.
- E5-2017 L'Andra justifiera, dans le dossier de DAC le cas enveloppe retenu vis-à-vis de la surrection prise en compte dans les simulations hydrogéologiques qui intègrent l'évolution géodynamique future de site de MHM.
- E6-2017 En vue d'asseoir l'évaluation de la stabilité des bâtiments en présence de vides karstiques, l'Andra transmettra dans le dossier accompagnant la DAC :
- les moyens mis en œuvre pour la détection des cavités ainsi que les dimensions des cavités susceptibles d'être détectables par ces méthodes ;
 - les examens complémentaires à conduire lors de l'ouverture des fouilles ;
 - le cas échéant, les moyens à mettre en œuvre pour supprimer les cavités accessibles.
- E7-2017 L'Andra justifiera dans le dossier de DAC le choix de la profondeur d'implantation du stockage dans le Callovo-Oxfordien sur la base d'un bilan avantages/inconvénients des différentes options en fonction notamment des propriétés mécaniques de la roche et des épaisseurs de garde, au regard de la sûreté de l'installation en exploitation et après fermeture.
- E8-2017 Une reconnaissance directe du Callovo-Oxfordien sera réalisée à l'aplomb de la zone suspectée affaissée dans le Nord de la ZIRA, par exemple par forages à des emplacements stratégiques permettant de lever tout doute sur sa profondeur réelle ainsi que sur le caractère intact de la roche dans les zones présumées flexurées. L'Andra présentera dans le dossier de DAC les premiers résultats de la reconnaissance ainsi que la manière dont l'architecture pourra le cas échéant tenir compte de cette zone si la flexuration était à terme avérée.
- E9-2017 L'Andra, dans le dossier de DAC :
- justifiera, pour les scénarios étudiés, les valeurs « de référence » et « enveloppe » retenues pour la porosité cinématique et pour la perméabilité du Callovo-Oxfordien sur la base d'une analyse des incertitudes qui s'appuiera sur l'ensemble des mesures expérimentales réalisées pour ces paramètres ;
 - évaluera la capacité de confinement globale du stockage en considérant un gradient de charge vertical qui tienne compte de la surcharge hydraulique, afin de disposer d'une estimation enveloppe des transferts des radionucléides, notamment à travers les ouvrages en cas de court-circuit hydraulique de la roche hôte.

- E10-2017 L'Andra précisera, dans le dossier de DAC, la spéciation chimique du sélénium dans les colis de stockage et dans la roche hôte.
- E11-2017 L'Andra prendra en compte dans le dossier de DAC l'influence de la profondeur et de la localisation des ouvrages dans son estimation de la nature et de l'extension de la zone endommagée qui leur est attenante.
- E12-2017 L'évaluation des valeurs de perméabilité de la ZFC au droit des zones de dépose des revêtements sera assortie dans le dossier de DAC d'une étude de sensibilité à la méthode d'interprétation des mesures utilisée.
- E13-2017 L'Andra tiendra compte dans le dossier de DAC de la cicatrisation hydraulique dans les unités lithologiques USC et UT déduite de l'état des connaissances dont elle disposera.
- E14-2017 L'Andra présentera, dans le dossier de DAC, les éléments de démonstration relatifs à l'adaptabilité de Cigéo au stockage de combustibles usés au regard des dimensions des ouvrages et de leur impact sur la roche hôte.
- E15-2017 Le modèle hydrogéologique présenté par l'Andra dans le dossier de DAC tiendra compte, au mieux des connaissances, des propriétés géologiques et hydrogéologiques des formations de l'Oxfordien et du Dogger, en particulier pour représenter :
 - les horizons poreux et la Série grise de l'Oxfordien ;
 - les unités du Dogger dans la zone de transposition ainsi qu'au-delà jusqu'aux exutoires potentiels de cette formation.
- E16-2017 L'IRSN considère que l'Andra devra préciser, dans le dossier de DAC, les dispositions technologiques retenues pour la fabrication du chemisage et des conteneurs de stockage de colis de déchets HA, ainsi que pour la fermeture de ces derniers, permettant de limiter les risques de corrosion localisée (corrosion sous contrainte, piqûration et corrosion sous dépôt). L'Andra présentera les éléments de connaissance y compris les résultats des programmes d'essais sur lesquels se fondent ces choix.
- E17-2017 L'Andra présentera dans le dossier de DAC les résultats des développements et acquisitions de données pour l'établissement des modèles de relâchement des colis de déchets vitrifiés HA, en particulier ceux visant à :
 - préciser l'influence des matériaux d'environnement sur la phénoménologie d'altération des verres, notamment pour ce qui concerne le passage d'un régime de vitesse initiale à un régime de vitesse résiduelle ;
 - prendre en compte l'évolution des exigences de température au cœur du verre au moment de l'arrivée de l'eau ;
 - améliorer la compréhension des phénomènes d'altération des verres par la vapeur d'eau et de l'impact de celle-ci sur l'altération ultérieure sous eau ;
 - démontrer l'absence d'effet défavorable du matériau de remplissage à l'extrados du chemisage en acier des alvéoles HA sur le comportement à long terme des déchets vitrifiés.
- E18-2017 L'Andra présentera dans le dossier de DAC, les études phénoménologiques d'altération des verres MA-VL en milieux cimentaires classique et bas pH pour l'établissement des modèles de relâchement.

- E19-2017 L'Andra présentera, dans le dossier de DAC, les travaux de son programme de R&D sur la corrosion des aciers, relatifs aux effets d'une activité bactérienne au regard des conditions d'environnement attendues au niveau des alvéoles HA, afin de vérifier que l'activité des bactéries ne remet pas en cause les performances du chemisage et des conteneurs de stockage HA.
- E20-2017 L'Andra justifiera dans le dossier de DAC, la faisabilité technique des dispositions de surveillance de la corrosion des conteneurs de stockage et du chemisage des alvéoles HA en appui à la démonstration du respect des exigences qui leur sont assignées.
- E21-2017 L'Andra présentera, dans le dossier de DAC, un concept d'alvéoles HA, dont la capacité de réalisation et l'atteinte des performances visées s'appuieront sur des éléments de connaissance issus notamment d'essais en vraie grandeur menés au Laboratoire souterrain.
- E22-2017 L'Andra s'assurera dans le dossier de DAC, que les propriétés de transport assignées aux zones d'argilite endommagée (ZFC et ZFD) dans les évaluations des scénarios d'évolution du stockage soient bien enveloppées des potentiels effets des différentes perturbations chimiques qui pourraient prendre place dans ces zones.
- E23-2017 Le gonflement maximal possible des matériaux cimentaires sous l'effet de l'attaque sulfatique par les sulfates issus des déchets salins sera évalué et le cas échéant il sera vérifié que ce gonflement n'entraîne pas de contraintes mécaniques sur la roche hôte autour des alvéoles MAVL.
- E24-2017 L'Andra montrera dans le dossier de DAC, que l'impact sur les composants en béton bas pH de la concomitance des perturbations liées d'une part à la carbonatation atmosphérique, d'autre part aux interactions béton/argile (contact avec la roche et/ou l'eau porale du Callovo-Oxfordien), ne remet pas en cause sur toute la durée de l'exploitation la tenue mécanique du béton bas pH du revêtement le cas échéant mis en place au droit des futurs scellements dès la phase de construction et du corps d'alvéole de stockage MAVL de colis vitrifiés.
- E25-2017 Dans le dossier de DAC, l'Andra intégrera, dans le dimensionnement de l'installation et des dispositions de sûreté associées, les cumuls plausibles d'événements identifiés.
- E26-2017 L'Andra présentera, dans le dossier de DAC, l'examen de l'ensemble des scénarios qu'ils soient enveloppés ou non en termes de conséquences radiologiques et chimiques y compris pour chaque scénario de cumul plausible et y associe les dispositions de sûreté qui en découlent le cas échéant.
- E27-2017 L'Andra s'engage à compléter les évaluations complémentaires de sûreté dans le dossier de DAC, notamment en :
- précisant les effets faibles potentiels pour des phénomènes naturels extrêmes, et le cas échéant, justifiant le niveau d'aléa « ECS » retenu pour le dimensionnement des composants entrant dans la définition du " noyau dur " ;
 - tenant compte des combinaisons de situations causées par le même événement initiateur ;
 - identifiant les moyens de secours nécessaires et les équipements en interface avec eux, ainsi que les contraintes liées à l'intervention en situation de type « ECS » nécessitant un dimensionnement adéquat ;
 - évaluant, sur la base des conséquences radiologiques calculées pour chacune des situations redoutées, le bien-fondé et l'efficacité des dispositions prévues.

- E28-2017** Dans le cas d'EIP ne pouvant faire l'objet de maintenance et de contrôle, l'Andra présentera, dans le dossier de DAC, les dispositions retenues à la conception permettant de justifier du maintien de la qualification de ces EIP, au regard de leurs durées et de leurs conditions de service.
- E29-2017** L'Andra évaluera, dans le dossier de DAC, afin de tester la robustesse du concept de stockage, les conséquences sur la sûreté à long terme d'un scénario conventionnel d'effondrement qui pourrait conduire à une diminution de l'épaisseur de garde saine de roche hôte, au cours de la phase d'exploitation de Cigéo, dans l'installation souterraine à proximité de colis stockés. L'Andra identifiera, le cas échéant, les dispositions complémentaires qui pourraient être mises en œuvre pour limiter les conséquences d'un tel scénario.
- E30-2017** Les conditions et les résultats des caractérisations d'une part et des essais d'autre part permettant de justifier les performances des conteneurs de stockage MAVL pendant la phase d'exploitation, seront présentés dans le dossier en support de la DAC.
- E31-2017** Dans le Dossier de DAC, l'Andra présentera la liste préliminaire et la nature des contrôles portant sur les emballages de transport et les colis (colis primaire, conteneur de stockage et colis de stockage), ainsi que les critères associés.
- E32-2017** L'Andra complètera, dans le dossier de DAC, l'organisation de la salle de commande de l'installation EP1 et la justification de son classement radiologique.
- L'Andra précisera les modalités de déclassement des zones « rouges », de signalisation des zones intermittentes et de gestion des accès.
- E33-2017** Le programme d'essais de qualification prévu par l'Andra et présenté dans le dossier de DAC :
- tiendra compte des dispositifs complémentaires retenus dans la conception des conteneurs de stockage MAVL « renforcés vis-à-vis du confinement » si ceux-ci sont confirmés,
 - permettra de démontrer que l'ensemble des colis de stockage, quelle que soit la solution de stockage retenue (conteneur de stockage « standard » ou « renforcé vis-à-vis du confinement »), atteignent les performances de confinement visés sur l'ensemble de la phase d'exploitation.
- E34-2017** Dans le dossier de DAC, l'Andra justifiera que la conception de la hotte, prenant en compte ses singularités et son taux de fuite en situations incidentelle et accidentelle, permettra de limiter le relâchement d'activité estimé dans un volume restreint, à un niveau compatible avec la classe de ventilation de type C1-I retenue pour les descenderies, la ZSL et les galeries de liaison et d'accès aux alvéoles.
- E35-2017** L'Andra présentera, dans le dossier de DAC, les dispositifs de surveillance de la contamination et les performances qui leur seront assignées, et justifiera la faisabilité technique des dispositions retenues afin de détecter une contamination atmosphérique dans l'alvéole MA-VL, en cohérence avec le domaine de fonctionnement.
- E36-2017** L'Andra, pour la DAC, étudiera les moyens disponibles pour détecter en phase d'exploitation toute anomalie susceptible de remettre en cause la sûreté-criticité et vérifiera que les moyens de surveillance existants permettraient de statuer, en cas d'anomalie(s), sur l'absence de surexposition liée à un hypothétique accident de criticité en cas de nécessité d'intervention.

- E37-2017 L'Andra précisera les exigences en matière de température en phase d'exploitation dans les alvéoles MA-VL contenant des colis de déchets d'enrobés bitumineux, en cohérence avec les fonctions et performances associées qui sont attribuées à ces colis à long terme, et justifiera les dispositions techniques mises en œuvre pour leur maintien.
- E38-2017 L'Andra présentera, dans le dossier de DAC, des zones de feu au sens de la décision incendie de l'ASN permettant de garantir l'absence de propagation d'un incendie entre les cellules « déchargement ET », « contrôle C5 », « mise en conteneur », « déconditionnement » et « contrôle de 2nd niveau », de l'installation EP1.
- E39-2017 L'Andra analysera, dans le dossier de DAC, le risque de propagation d'un incendie en dehors de son volume initial et présentera, le cas échéant, un scénario de dimensionnement du PUI associé.
- E40-2017 L'Andra s'engage à ce que, dans le dossier de DAC, les zones tampon de l'installation de surface soient pourvues de systèmes de détection automatique en ambiance et d'extinction fixe d'incendie, et à justifier la classification de ces zones au sens de la décision incendie de l'ASN.
- E41-2017 Dans le dossier de la DAC, l'Andra s'engage à :
- préciser et justifier, sur la base d'éléments existants, le taux de fuite retenu pour l'ensemble des éléments constituant la façade d'accostage entre la galerie d'accès et la cellule de manutention MAVL, en particulier au niveau des traversées, dans toutes les situations de fonctionnement,
 - présenter un programme d'essais en vue de valider les performances de confinement de ces équipements rendant compte de situations tel un incendie dans un alvéole MAVL ; de démontrer leur adéquation avec les exigences de conception associées aux scénarios de dimensionnement,
 - évaluer les conséquences de situations d'incendie dans la partie utile de l'alvéole MAVL ou dans la cellule de manutention cumulées à la défaillance d'une disposition active de mise en confinement statique et démontre l'adéquation des dispositions retenues pour le confinement. Le cas échéant, des dispositifs complémentaires seront présentés.
- E42-2017 L'Andra présentera, dans le dossier de DAC, les dispositions retenues pour la prévention et la surveillance de formation d'une atmosphère explosive dans les locaux où les colis seront présents et justifiera l'adéquation de ces dispositions aux scénarios envisagés. En particulier, l'Andra précisera les performances attendues pour la surveillance de la concentration d'hydrogène en sortie d'un alvéole MAVL et justifiera la faisabilité technique des dispositions retenues afin de détecter une concentration en hydrogène en cohérence avec le domaine de fonctionnement.
- E43-2017 L'Andra, dans le dossier de DAC, présentera les éléments techniques en vue de conforter la maîtrise du risque d'explosion d'hydrogène produit par corrosion anoxique des aciers dans un alvéole HA et présentera la stratégie de surveillance de l'atmosphère des alvéoles HA et les premiers résultats des tests réalisés in situ au Laboratoire souterrain.
- E44-2017 L'Andra présentera, dans le dossier en support à la DAC, les dispositions de gestion de la réception d'emballages de transport dans Cigéo, en tenant compte des incertitudes relatives à l'arrivée des convois sur le centre et des situations de blocage envisageables dues aux aléas d'exploitation ou aux incidents dans l'installation de surface.
- E45-2017 L'Andra justifiera dans le dossier de DAC, le caractère pénalisant des scénarios de collision du transfert incliné en gare basse de la descenderie, pris en compte parmi les situations de dimensionnement de l'installation ou de son PUI.

- E46-2017 L'Andra présentera, dans le dossier de DAC, les opérations liées à la remise en exploitation d'un ouvrage de stockage mis sous cocon.
- E47-2017 L'Andra présentera, dans le dossier de DAC, la stratégie et les dispositions techniques de surveillance des alvéoles HA notamment le maintien du jeu fonctionnel en appui à la démonstration de la récupérabilité des colis.
- E48-2017 L'Andra présentera, dans le dossier en support à la DAC, les dispositions qui pourraient être retenues en appui à un scénario hypothétique de retrait de colis HA postulé contaminé et dont la manutention reste possible.
- E49-2017 L'Andra associera, à l'examen de la remise en exploitation de Cigéo, dans le dossier en support à la DAC, l'analyse de la possibilité de retrait de colis susceptibles d'être impactés lors d'accidents de dimensionnement de l'installation ou du PUI et l'identification, le cas échéant, des dispositions complémentaires.
- E50-2017 L'Andra décrira, dès que possible, dans son plan de management de projet de Cigéo une organisation qui permette à l'ensemble des parties prenantes de la MOA et de la MOE de construire une vision partagée des principes d'exploitation de Cigéo dans l'objectif d'assurer, en fin d'APD, la complétude et la cohérence d'ensemble des spécifications détaillées pour une exploitation fiable. En particulier, cette organisation visera à favoriser une interaction tout au long du projet entre la cellule d'exploitation, le représentant FOH de la MOA, les spécialistes FOH de la MOE, les spécialistes sûreté de la MOA et les responsables techniques des sous-systèmes.
- E51-2017 L'Andra complètera son plan de management pour préciser les actions FOH qui seront menées lors des différentes phases à venir du projet et présentera, dans le dossier accompagnant la DAC, les opérations sensibles pour la sûreté et la radioprotection et les dispositions d'ordre technique, humain et organisationnel prévues pour limiter les conséquences des défaillances potentielles d'origine humaine et technique, lorsque ces dernières doivent être corrigées par les opérateurs eux-mêmes, incluant pour chacune d'entre elles les éléments de justification suivants :
- l'ensemble des acteurs (rôles et responsabilités) susceptibles d'être mobilisés au fur et à mesure de la préparation et de la réalisation d'une activité d'exploitation ;
 - les exigences particulières de réalisation des actions telles que la précision ou la rapidité d'exécution des actions ;
 - les moyens et conditions d'interventions ;
 - les défaillances potentielles d'origine humaine et leurs conséquences pour la sûreté et la radioprotection ;
 - le programme FOH prévu pour valider les dispositions d'ordre technique, humain et organisationnel dans les phases à venir du projet.
- E52-2017 L'Andra présentera, dans le dossier de DAC, l'analyse des risques d'explosion au niveau des séparations physiques de l'installation souterraine et les dispositions de prévention et de limitation des conséquences associées ainsi que leurs exigences.
- E53-2017 L'Andra prendra en compte la possibilité d'une défaillance du système de ventilation dans le choix du positionnement des dispositifs de surveillance de la contamination atmosphérique pour les locaux à risque.
- E54-2017 L'Andra présentera, dans le dossier de DAC, les moyens destinés aux opérations de surveillance et de maintenance en alvéole MAVL et justifiera leur faisabilité technique.

- E55-2017 « L'Andra justifiera, dans le dossier de DAC, l'aléa sismique retenu pour la phase d'exploitation au regard de la durée de vie des installations de Cigéo ainsi que :
- pour les installations de surface de l'analyse des incertitudes associées à la définition du SMS, en considérant notamment des catalogues de sismicité consolidés et d'autres zonages sismotectoniques disponibles ;
 - pour l'installation souterraine d'une étude de la variation du mouvement sismique avec la profondeur dans le domaine de fréquence (0,25 - 33 Hz).
- E56-2017 Dans le dossier DAC, conformément à l'application du Guide n° 13 de l'ASN, l'Andra :
- vérifiera la pertinence de la station de référence qu'elle retient pour les pluies de forte intensité selon une approche régionalisée s'appuyant sur des données issues de stations locales pour lesquelles des données de précipitation pertinentes sont disponibles (incluant EST 6000) et ajustera le résultat si besoin ;
 - présentera les valeurs de pluies centennales retenues pour les différentes durées prises en compte, correspondant à la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95% conformément à l'application du guide ASN n°13, et vérifiera leur robustesse vis-à-vis des autres stations présentes localement ;
 - présentera les hypothèses, données d'entrée et résultats des calculs permettant de s'assurer du bon dimensionnement des différents composants du réseau pluvial et analysera un scénario de ruissellement de surface en considérant indisponible les accès au réseau local d'évacuation des eaux pluviales.
- E57-2017 Pour la DAC, l'Andra réévaluera le niveau de nappe extrême en intégrant le contexte piézométrique détaillé de la zone descendrière et justifiera de la méthodologie retenue, notamment en regard du guide inondation ASN et des règles de l'art. »
- E58-2017 « Compte tenu de l'objectif de l'Andra de conduire l'excavation des puits à l'explosif, l'Andra prévoira une reconnaissance des zones d'écoulement au sein des calcaires du Barrois, préalable au creusement de chaque puits ainsi qu'à l'avancement, dans le but d'identifier les éventuels zones d'écoulement reconnues ou possibles, en regard du caractère karstique des calcaires du Barrois, et de définir les besoins de traitement de terrain à réaliser en préalable ou durant la construction pour se prémunir des venues d'eau. La conception de ces traitements tiendra compte des méthodes de creusement et de réalisation des puits. Le revêtement étanche des puits sur toute la hauteur des calcaires du Barrois sera dimensionné vis-à-vis de sa tenue et de sa robustesse pendant la période d'exploitation de Cigéo, en prenant en compte les divers éléments susceptibles de l'altérer dans le temps, y compris les situations extrêmes. »
- E59-2017 Dans le dossier de DAC, l'Andra :
- établira un état préliminaire de référence des eaux souterraines ;
 - identifiera les installations de surface (nucléaires, non nucléaires dont les verses) ; susceptibles de générer des relâchements de substances radiologiques ou chimiques dans les eaux superficielles ou souterraines et dans l'atmosphère, relâchements qui seront identifiés, quantifiés et soumis à autorisation ; et, en regard, présentera les modalités de surveillance (point, fréquence de mesure et paramètres suivis) des nappes des calcaires du Barrois qu'elle propose de mettre en œuvre autour des installations cibles.
- E60-2017 Dans le dossier de DAC, l'Andra :
- justifiera le caractère enveloppe du chargement de neige retenu ;
 - précisera les durées et niveaux d'aléas visés pour les températures retenues en fonction de la nature des équipements à protéger et, le cas échéant, réévaluera les niveaux de températures extrêmes en tenant compte de l'état de l'art disponible et des effets locaux ;
 - justifiera les marges prises sur la vitesse de vent extrême.

- E61-2017 L'Andra complètera, dans le dossier de DAC, son analyse des risques liés à l'environnement industriel et aux voies de communication, en tenant compte :
- des phénomènes dangereux induits par les réseaux de canalisations de gaz ou d'hydrocarbures desservant l'installation Cigéo, si de tels réseaux sont finalement retenus dans la conception ;
 - d'un scénario de brèche majeure sur un camion-citerne de GPL, sur les voies de communication pouvant induire ce risque, entraînant la formation d'un nuage de gaz inflammable puis son inflammation (UVCE).
- E62-2017 Dans le dossier DAC, l'Andra présentera les scénarios d'intervention post incident/accident retenus ainsi que les évaluations préliminaires de la dosimétrie pour le personnel intervenant dans ces scénarios.
- E63-2017 L'Andra présentera, dans le dossier de DAC, les caractéristiques des cours d'eaux envisagés comme exutoires des effluents d'exploitation (débits caractéristiques et qualité des eaux), les dispositions permettant d'assurer la compatibilité des rejets dans ces cours d'eau (volume et qualité), notamment pour la zone des verses, ainsi que les impacts sur les usages de l'eau en aval.
- E64-2017 L'Andra évaluera dans le dossier de DAC, les conséquences, envisageables sur le milieu géologique de séismes survenant après fermeture du stockage, et justifiera de leur prise en compte dans l'évaluation de sûreté après fermeture.
Dans ce cadre, l'Andra justifiera le spectre retenu, en regard en particulier d'une part d'une possible évolution des contraintes tectoniques, notamment en lien avec les futures périodes glaciaires, au cours du prochain million d'années.
- E65-2017 Pour le dossier de la DAC, dans le cadre des évaluations de l'impact du stockage à long terme, l'Andra étudiera une situation enveloppe de l'effet de l'évolution géoprospective vis-à-vis des écoulements dans les encaissants, plus particulièrement l'Oxfordien carbonaté, et justifiera du caractère enveloppe. L'Andra étudiera notamment le cas d'un exutoire dans l'Oxfordien pour le scénario d'évolution normale du stockage et justifiera des éléments de conceptualisation associés.
- E66-2017 L'Andra évaluera, dans le dossier de DAC, l'impact radiologique du stockage à long terme en considérant la possibilité pour tout ou partie du ^{79}Se , suivant le type de déchets, d'être sous sa forme Se (VI) , soluble et mobile, à l'instar du ^{36}Cl et de l' ^{129}I , et justifiera des choix retenus in fine.