

Fontenay-aux-Roses, le 26 avril 2013

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

**Avis/IRSN N°** 2013-00159

**Objet :** Andra - Cigéo

Evolution du projet Cigéo au stade « Jesq03 » depuis le Dossier 2009

**Réf.** Lettre ASN/CODEP-DRC-2013-015771 du 18 mars 2013

Par lettre citée en référence, vous demandez l'avis et les observations de l'IRSN sur le dossier transmis par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) au stade du jalon « Jesq03 », présentant les évolutions du projet Cigéo depuis le « Dossier 2009 » et leur impact sur la sûreté de l'installation de stockage géologique projetée. Vous demandez en particulier à l'IRSN d'examiner les conséquences possibles sur la démonstration de sûreté de l'installation, en exploitation et à long terme, des évolutions relatives aux données d'entrée et à la conception des installations de surface et souterraines ainsi que de leurs liaisons. Enfin, vous demandez d'identifier les évolutions majeures qui mériteraient de faire l'objet d'un examen approfondi dont les conclusions pourront être prises en compte dans la demande d'autorisation de création (DAC) de Cigéo.

La phase d'esquisse (2012-2013) interne à l'Andra, vise notamment à sélectionner une « *solution d'ensemble* » dont la faisabilité industrielle aura été vérifiée, en vue de fournir les données techniques nécessaires à l'élaboration de la DAC et du dossier de débat public. Le jalon « Jesq03 » de décembre 2012 ne vise pas à présenter une évaluation détaillée de la maîtrise des risques associés à la solution retenue, qui fera l'objet d'un dossier spécifique en fin de phase d'esquisse. Le dossier examiné présente en conséquence une information d'un niveau assez général. Selon l'Andra, la solution présentée a été définie en conservant les objectifs de protection et la démarche de sûreté présentés dans le « Dossier 2009 », bien que certaines exigences de sûreté aient été modifiées depuis son instruction par l'IRSN en 2010.

Des évolutions présentées par l'Andra au stade du jalon « Jesq03 », l'IRSN retient les éléments suivants.

**Adresse courrier**  
BP 17  
92262 Fontenay-aux-Roses  
Cedex France

**Siège social**  
31, av. de la Division Leclerc  
92260 Fontenay-aux-Roses  
Standard +33 (0)1 58 35 88 88  
RCS Nanterre B 440 546 018

## 1 DONNEES DE SITE

Pour ce qui concerne les données d'entrée de la démonstration de sûreté relatives au site, il convient au préalable de rappeler que les résultats acquis par l'Andra lors de la campagne de sismique 3D réalisée en 2010 ont été examinés le 5 février 2013 par le groupe permanent « déchets » (GPD), qui a conclu que ceux-ci ne remettaient globalement pas en cause le caractère favorable de la zone d'intérêt pour la reconnaissance approfondie (ZIRA) pour y implanter un stockage géologique. Au

stade du jalon « Jesq03 », les éléments nouveaux apportés par l'Andra sur les données de site (ou la barrière géologique) concernent le modèle hydrogéologique du site, le niveau d'implantation du stockage dans la ZIRA et l'endommagement de la formation hôte lors des opérations de creusement des installations souterraines du stockage.

Pour ce qui concerne le modèle hydrogéologique, l'Andra indique que ce dernier prend à présent en compte les failles environnantes, ce qui est cohérent avec les remarques de l'IRSN émises à l'issue de l'instruction du « Dossier 2005 », et conduit à une modification notable, en comparaison du modèle présenté dans le « Dossier 2005 », des trajectoires et vitesses d'écoulement dans la couche encaissante du Dogger, sous-jacente à la formation hôte. Ces écoulements sont en effet plus rapides que ceux précédemment estimés. A cet égard, l'IRSN avait souligné lors de l'examen du « Dossier 2005 » le besoin d'investigations complémentaires quant à « *la détermination des directions et des vitesses d'écoulement et [...] la localisation des exutoires potentiels et les temps de transfert associés, surtout pour ce qui concerne le Dogger* ». Il apparaît que l'Andra a pris en compte cette remarque. En l'absence de présentation détaillée des hypothèses et données retenues par l'Andra dans son nouveau modèle, l'IRSN n'est toutefois pas en mesure de porter un avis circonstancié sur les résultats obtenus. Compte tenu des différences notables observées, l'IRSN estime utile que les hypothèses et données qui sous-tendent ce nouveau modèle soient explicitées avant le dépôt de la DAC.

Pour ce qui concerne l'implantation du stockage dans la ZIRA, l'Andra évoque au stade du jalon « Jesq03 » deux profondeurs possibles d'implantation de l'installation de stockage dans la formation argileuse, en son milieu ou légèrement plus haut, mais en préservant en tout état de cause 65 mètres de garde par rapport au toit du Callovo-Oxfordien (COX). L'Andra précise que le but de l'étude de ces deux options est de borner le positionnement du stockage entre deux limites à l'intérieur desquelles seront retenues les paramètres et valeurs nécessaires aux calculs de dimensionnement. L'IRSN relève qu'une connaissance importante de la formation hôte est disponible pour la première de ces options, du fait de l'implantation du laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne (LMHM) au milieu de la couche du COX, et que l'autre implantation ne bénéficie pas d'autant de mesures *in situ*. Toutefois, l'IRSN considère qu'une implantation du stockage à une profondeur légèrement inférieure à celle du milieu de la formation hôte peut présenter des conditions plus favorables pour l'endommagement de la roche (niveau plus carbonaté) tout en préservant une garde suffisante avec la formation sus-jacente. De ce fait, l'IRSN n'a pas d'objection à l'étude de ces deux options.

Enfin, l'Andra présente une description synthétique des connaissances acquises sur la zone endommagée de la roche autour des ouvrages et retient des valeurs de l'extension de cette zone endommagée, issues des dernières observations effectuées dans le LMHM. Comme pour le modèle hydrogéologique, l'IRSN ne dispose toutefois pas des données détaillées qui ont conduit à retenir les valeurs présentées. Il est souhaitable que cet aspect, important pour la démonstration de sûreté du stockage, fasse l'objet d'un examen avant le dépôt de la DAC.

## 2 DEMARCHE DE SURETE - SCENARIOS DE DIMENSIONNEMENT

L'Andra présente une démarche de sélection des scénarios de sûreté en exploitation schématisée en annexe 1 au présent avis, dans le but de préciser les critères utilisés pour le dimensionnement de l'installation. L'initiation de cette démarche s'appuie sur une analyse des risques qui vise à identifier une « *liste exhaustive des événements potentiels non souhaités pour l'installation* ». Ceux-ci sont hiérarchisés selon leur vraisemblance, puis groupés en familles de situations (i) de fonctionnement normal et dégradé, (ii) incidentelles et accidentelles, (iii) hors dimensionnement et (iv) exclues.

Dans la démarche retenue par l'Andra, les deux premières familles de situations envisagées sont celles qui sont retenues pour le dimensionnement de l'installation (scénarios « *de dimensionnement* »). La troisième a, selon l'Andra, pour objectif « *de vérifier la robustesse de l'installation et de compléter éventuellement les dispositions prises dans le cadre du dimensionnement pour, qu'en cas d'accidents graves mais rares, les conséquences soient limitées dans le temps et dans l'espace* ». La dernière regroupe les scénarios non pris en compte pour concevoir l'installation, incluant notamment des scénarios physiquement impossibles (chute d'avions sur les installations souterraines...). Au stade du jalon « Jesq03 », l'Andra présente ainsi plusieurs scénarios relativement variés dans leurs événements initiateurs comme dans leurs effets, prenant en compte une série d'aggravants potentiels.

A ce stade, l'IRSN estime acceptable d'exclure d'ores et déjà des scénarios de toute évidence physiquement impossibles. Pour ce qui concerne les autres scénarios, l'IRSN constate tout d'abord que les critères de discrimination des scénarios « *de dimensionnement* » et « *hors dimensionnement* » ne sont pas clairement formalisés à ce stade dans la démarche de l'Andra, en dehors de leur vraisemblance. L'IRSN s'interroge notamment sur la justification du classement de certains scénarios dans l'une ou l'autre des catégories précitées : par exemple, l'Andra retient comme un scénario de dimensionnement un incendie mettant en jeu un colis de stockage MA-VL mais le considère comme « *hors dimensionnement* » pour deux colis, et « *exclu* » pour un nombre supérieur de colis. L'IRSN estime que la démarche développée est utile pour identifier des objectifs et exigences de sûreté à atteindre pour l'installation de stockage. A titre d'exemple, l'exclusion d'une situation où un nombre conséquent de colis serait concerné par un départ de feu semble un objectif pertinent à fixer pour la conception du stockage. **La démarche retenue par l'Andra apparaît donc satisfaisante si elle est développée en ce sens.** En revanche, l'IRSN estime qu'il est prématuré à ce stade de fixer ou d'exclure des situations à retenir pour le dimensionnement du stockage. Celles-ci doivent en effet être fondées sur une analyse plus détaillée des différents risques identifiés et des dispositions concrètes qui peuvent être mises en œuvre pour les maîtriser. En outre, l'IRSN appelle l'attention sur le fait que la mise en œuvre de la démarche d'« *évaluation complémentaire de sûreté* » (ECS) nécessitera de retenir pour la conception du stockage des situations redoutées, par nature peu probables, afin d'identifier des objectifs de maintien de fonctions essentielles de l'installation de stockage, et de dispositions de conception et d'exploitation permettant ce maintien (constitution le cas échéant d'un « *noyau dur* » de composants de l'installation).

### **3 INSTALLATIONS DE SURFACE ET LIAISONS JOUR-FOND**

Dans le « *Dossier 2009* », l'Andra prévoyait, outre les installations souterraines dédiées au stockage de colis de déchets, des implantations de Cigéo en surface, dans deux zones séparées de quelques kilomètres. La première zone était destinée à accueillir les têtes des puits, à l'aplomb de la zone centrale des installations souterraines et concernait principalement des activités conventionnelles : bâtiments de préparation et de transfert de matériaux par les puits vers les zones de chantier, installations dédiées à la conduite des travaux et au personnel dédié, zone de verses, etc. La seconde zone accueillait la tête de la descenderie et était réservée aux activités nucléaires : réception, contrôle, conditionnement, préparation et transfert des colis de déchets vers les zones de stockage. L'Andra prévoyait de construire plusieurs bâtiments pour abriter ces opérations. A l'issue de

l'instruction du « Dossier 2009 », l'IRSN avait conclu à l'absence « *d'obstacles à l'exploitation, en temps voulu, d'installations [de surface] présentant un niveau de sûreté satisfaisant* », prenant acte du retour d'expérience (REX) important qui existe pour concevoir ce type d'installation. Au stade du jalon « Jesq03 », l'Andra conserve le principe de séparation des zones de surface dédiées aux activités conventionnelles et nucléaires et présente une évolution notable de la conception de la zone accueillant les activités nucléaires et la tête de la descenderie, notamment motivée par des considérations d'insertion paysagère : les activités nucléaires sont regroupées dans un bâtiment semi-enterré de plusieurs étages (cf. annexe 2 au présent avis), à flanc de colline, entre la ville de Saudron et la localisation actuelle du LMHM. L'Andra fournit en outre des éléments généraux relatifs à l'analyse des risques associés à ce bâtiment et conclut que la nouvelle conception présente des avantages en matière de maîtrise des risques d'agressions externes (surface d'exposition réduite aux risques liés aux intempéries ou à la chute d'avions, protection des zones et cibles situées aux niveaux inférieurs, telles que la station haute de la descenderie...). L'Andra indique également que des « *réserves foncières prévues pour le déploiement* » d'une seconde installation de surface destinée à accueillir les opérations de réception des colis HA à l'horizon 2075 sont prévues, ce qui permettra sa connexion avec la tête de la descenderie destinée au transfert des colis vers le stockage. L'IRSN estime comme l'Andra que la nouvelle architecture « *regroupée semi-enterrée* » offre des gains indéniables en matière de sûreté. Néanmoins, il conviendra d'analyser de manière approfondie certains risques (incendie, inondation d'origine interne ou externe), qui devront être considérés en fonction de cette architecture particulière. A cet égard, l'IRSN rappelle que les risques liés à ces installations de surface devront être examinés lors de l'instruction de la DAC.

Pour ce qui concerne les liaisons surface-fond, l'Andra conserve également le principe de séparation des flux entre les zones souterraines dédiées aux activités nucléaires et de chantier et présente cinq puits et une descenderie à double tube : un puits par zone est dédié au transfert de personnel, un autre puits par zone est dédié au retour d'air, et un puits permet le transfert de matériel et de déblais entre la surface et la zone de travaux ; de même, un tube de la descenderie est dédié à la descente de colis de déchets, l'autre permet le transfert de matériel volumineux vers les installations souterraines et constitue en situation incidentelle une voie d'évacuation et d'intervention. L'IRSN considère que ces choix contribuent notamment à renforcer la maîtrise des risques liés à la co-activité (cf. *infra*), en particulier vis-à-vis de la séparation physique des flux dans les zones de chantier et d'exploitation nucléaire. La descenderie « bi-tube » permet également à l'exploitant de se doter de possibilités d'actions supplémentaires en situation incidentelle, telles que par exemple la possibilité de transférer des colis en cas d'indisponibilité du funiculaire. **L'IRSN estime donc que la conception des liaisons surface-fond retenue à ce stade par l'Andra est satisfaisante.**

## 4 INSTALLATIONS SOUTERRAINES

### *4.1 Méthodes de creusement*

Au stade du « Dossier 2009 », l'utilisation d'un tunnelier n'était envisagée que pour le creusement de la descenderie et des galeries principales composant la zone centrale des installations souterraines. L'IRSN considérait alors que cette solution était *a priori* favorable pour ce qui concerne l'endommagement de la roche par rapport à l'utilisation de méthodes telles que l'explosif, qui avait été utilisé pour le fonçage des puits du LMHM. La solution de référence pour le creusement des

galeries du stockage restait l'utilisation d'une machine à attaque ponctuelle (MAP) et les études de méthodes alternatives n'étaient envisagées par l'Andra qu'au-delà de l'échéance de la DAC.

Au stade du jalon « Jesq03 », l'Andra présente une évolution majeure dans sa solution de référence en matière de creusement, à savoir l'utilisation d'un tunnelier « pleine face » pour excaver les galeries de liaison de l'installation souterraine, le principe d'un creusement des alvéoles de stockage MA-VL à l'aide d'une MAP étant conservé. L'architecture générale des ouvrages souterrains (cf. annexe 3 au présent avis) est notablement influencée par le déploiement généralisé de cette solution (présence de boucles de retournement et de virages à grand rayon de courbure). L'Andra indique que l'utilisation d'un tunnelier tel que celui envisagé dans le stockage ne générerait pas de différence significative avec celle d'une MAP similaire à celle mise en œuvre pour le creusement des galeries du LMHM, pour ce qui concerne l'extension de la zone endommagée autour des ouvrages excavés. L'Andra ne présente toutefois pas à ce stade d'éléments de REX relatif à l'endommagement d'une roche comparable à celle de la couche hôte, consécutivement au passage de la tête de coupe rotative « pleine face » d'un tunnelier d'une dizaine de mètres de diamètre. L'IRSN souligne cependant qu'un REX d'utilisation de machines d'une telle taille et d'une telle puissance existe dans d'autres contextes dont il conviendrait d'analyser la possible transposition au cas du stockage. Ce REX montre que les effets (vibration, fissuration...) peuvent se faire ressentir dans une sphère d'influence de plusieurs dizaines de mètres autour du front de taille. L'IRSN note qu'un essai de pose de voussoirs sera réalisé prochainement dans le LMHM à l'aide d'un tunnelier « à attaque ponctuelle » (MAP sous jupe) dont les dimensions et la technologie ne s'apparentent toutefois pas à un tunnelier « pleine face ». Les effets qu'il peut induire sont difficilement comparables *a priori* à ceux que produiraient l'usage d'une machine beaucoup plus puissante. En conséquence, l'IRSN considère que l'utilisation d'un tunnelier à attaque « pleine face » ne pourrait être autorisée à grande échelle dans le stockage qu'après la vérification *in situ*, lors des premiers creusements d'une part que les propriétés de la roche hôte ne sont pas significativement dégradées, d'autre part que l'architecture du stockage et les distances entre les alvéoles et les galeries en cours d'excavation sont suffisantes pour ne pas être perturbées par les vibrations associées au tunnelier. En tout état de cause, l'IRSN considère qu'un ou plusieurs points d'arrêt devront être prévus avant le creusement des galeries de liaison, afin de démontrer que l'utilisation d'un tunnelier « pleine face » de dix mètres de diamètre n'est pas susceptible d'occasionner des dégradations des équipements nécessaires à l'exploitation ni un endommagement trop important de la roche autour des ouvrages excavés par ce moyen.

**L'IRSN recommande en conséquence que l'Andra définisse pour la DAC, si cette solution de creusement est retenue, le ou les points d'arrêt et les investigations nécessaires permettant de s'assurer de l'absence d'effets rédhibitoires du creusement sur les ouvrages souterrains et les équipements.**

Par ailleurs, l'Andra a indiqué au stade du jalon « Jesq03 » que chaque zone de stockage HA d'un côté du faisceau de galeries de liaison provenant de la zone centrale des installations souterraines (cf. annexe 3 au présent avis) serait excavée et équipée en totalité, avant d'être livrée pour l'exploitation. L'Andra précise que les alvéoles HA ainsi creusées pourraient rester une dizaine d'années en l'état avant d'être exploitées. L'IRSN considère que cette option, qui permet notamment de minimiser les risques liés à la co-activité (cf. *infra*), présente à ce stade des études des incertitudes quant au vieillissement des matériaux métalliques placés à l'intérieur des alvéoles. La

venue progressive d'eau dans ces alvéoles pourrait en effet contribuer à augmenter les risques de corrosion des éléments métalliques des alvéoles HA (insert et chemisage) et gêner l'exploitation future de ces alvéoles. Aussi, l'IRSN considère que l'influence sur la sûreté en exploitation du stockage des durées importantes laissées par l'exploitant entre la construction d'alvéoles HA et leur exploitation devra être décrite dans le dossier présenté en support de la DAC.

#### 4.2 Options de construction et maîtrise de la co-activité

A l'issue de l'instruction du « Dossier 2009 », l'Andra a pris plusieurs engagements (E11 - E11.1, E11.2, E11.3) relatifs à la prise en compte des risques liés à la concomitance de chantiers (excavation, construction, équipements de galeries...) et d'activités nucléaires (transfert et stockage des colis des déchets) dans les installations souterraines pendant la phase d'exploitation et de réversibilité du stockage. Au stade du jalon « Jesq03 », l'Andra retient le principe de séparation physique entre les zones nucléaires d'une part, conventionnelles d'autre part (cf. *supra*), en définissant plusieurs types de zones présentées en annexe 4 au présent avis : zones « en creusement » ou « en équipement » côté travaux, « en équipement nucléaire » ou « en exploitation » côté nucléaire.

De plus, l'Andra retient une stratégie de développement du stockage basée sur une première phase incluant la délimitation de deux zones centrales dites de soutien au pieds des puits et de la descendrie, l'une dédiée à l'exploitation nucléaire et l'autre aux chantiers d'excavation et d'équipement, ainsi que la construction au tunnelier d'un faisceau de deux galeries (« bi-tube ») formant une boucle au sein de la zone MA-VL (cf. annexe 3 au présent avis) et reliant les deux zones centrales. Grâce à ce choix, l'Andra indique que le nombre d'interfaces entre les zones nucléaire et de travaux est minimisé et que les flux à l'intérieur desdites zones ne peuvent en aucun cas se chevaucher. L'IRSN estime comme l'Andra que le principe général de séparation des flux est favorablement soutenu d'une part par la création de deux zones centrales séparées, d'autre part par le faisceau de deux galeries de liaison (« bi-tube ») prévu dans la zone MA-VL. Cette conception « bi-tube » permet en outre d'envisager, notamment en cas d'incendie dans un des tubes, une organisation de l'évacuation du personnel en minimisant le recours au passage d'une zone à l'autre, et offre des possibilités supplémentaires pour intervenir ou circonscrire un sinistre et ses effets potentiels.

En conséquence, l'IRSN considère que les options retenues au stade du jalon « Jesq03 » sont favorables pour la maîtrise des risques liés à la concomitance d'activités nucléaires et de travaux dans les installations souterraines. En particulier, l'IRSN souligne que les choix structurants en matière d'architecture du stockage qui avaient été considérés favorables lors de l'examen du « Dossier 2009 » sont maintenus voire renforcés (faisceau de deux galeries de liaison dans la zone de stockage MA-VL, séparation physique des activités au niveau de la zone centrale, minimisation du nombre d'interfaces entre zones nucléaire et de travaux), ce qui est satisfaisant.

#### 4.3 Maîtrise des risques pendant la phase d'exploitation

##### 4.3.1 Confinement

A l'issue de l'instruction du « Dossier 2009 », l'ASN avait demandé la clarification des options retenues par l'Andra en matière de systèmes de confinement pendant la phase d'exploitation du stockage, en particulier pour ce qui concerne les déchets contenus dans les colis MA-VL. En effet, l'Andra présentait alors le colis primaire MA-VL comme le premier système de confinement sans définir

précisément les exigences de sûreté associées au deuxième système de confinement, à savoir le génie civil des galeries ou des alvéoles de stockage et leurs traversées (sas, portes...). Au stade du jalon « Jesq03 », l'Andra retient des nouveaux systèmes de confinement pour les déchets HA et MA-VL, en particulier lors des phases de transfert depuis les installations de surface vers les zones de stockage ainsi que dans les alvéoles de stockage.

Pour ce qui concerne les colis HA, l'Andra retient le colis de stockage HA (colis primaire et surconteneur métallique) comme le premier et unique système de confinement statique dans les installations souterraines.

Pour ce qui concerne les déchets MA-VL, l'Andra identifie au stade du jalon « Jesq03 » le colis de stockage (colis primaire + conteneur de stockage) comme le premier système de confinement statique en toute situation pendant la phase d'exploitation, et la hotte de manutention comme second système de confinement statique pendant les opérations de transferts de colis depuis la surface, le génie civil des alvéoles constituant ce second système en situation de stockage. Il convient de rappeler que l'IRSN concluait à l'issue de l'instruction du « Dossier 2009 » que « *le colis primaire doit [...] constituer la première barrière de confinement* » mais que, compte tenu de la nature des colis primaires existants, leur absence de perte d'intégrité pendant la durée de la phase d'exploitation restait difficile à démontrer. L'IRSN recommandait en conséquence que les exigences de sûreté associées à la deuxième barrière de confinement statique soient définies par l'Andra, en tenant compte notamment de la défaillance du colis primaire en tant que première barrière de confinement. **Eu égard à cette recommandation, l'IRSN estime que la stratégie retenue qui consiste à retenir comme premier système de confinement le colis de stockage et comme second système la hotte de manutention va dans le sens d'une amélioration de la maîtrise des risques de dispersion des matières radioactives.** Cependant, l'IRSN estime que l'exigence de sûreté visant à confiner « au plus près » les matières radioactives doit rester une priorité dans le dispositif de maîtrise des risques liés à la dispersion de matières radioactives et en conséquence que le colis primaire doit continuer d'être considéré comme la première barrière de confinement statique. **A cet égard, l'IRSN rappelle que la conception et la fabrication du colis primaire par les producteurs doit viser à assurer un confinement des déchets pendant la durée de la phase d'exploitation et de réversibilité du stockage, en minimisant les risques et perturbations qu'ils sont susceptibles d'induire dans l'installation (dégagement d'hydrogène, dégradation des composants).**

L'IRSN recommande en conséquence que le premier système de confinement, formé par le colis de stockage, soit constitué de deux composants assurant chacun un rôle de barrière de confinement statique, à savoir le colis primaire et le conteneur de stockage.

Au cours de l'instruction, l'Andra a indiqué qu'elle n'excluait pas à ce stade de stocker certains colis primaires en béton présentant des performances de confinement équivalentes à celles que présenterait le colis de stockage. L'IRSN n'a pas d'opposition de principe sur ce point, à condition que la démonstration de l'atteinte des performances précitées soit apportée en situation normale comme en cas d'incident.

Par ailleurs, l'Andra retient au stade du jalon « Jesq03 » la mise en œuvre d'une barrière de filtration à l'extraction d'air des alvéoles MA-VL. L'IRSN considère que cette disposition permet sur le principe de pallier les possibles défaillances du confinement statique assuré par les colis de stockage MA-VL en situation incidentelle. **Cette évolution apparaît favorable à la sûreté en exploitation du stockage.**

#### 4.3.2 Incendie

L'Andra a établi un référentiel incendie, issu de son analyse des normes et pratiques couramment utilisées dans les installations nucléaires et les installations conventionnelles souterraines et basé sur une démarche de type « ingénierie sécurité incendie ». L'Andra précise que le périmètre de ce référentiel couvre l'ensemble des installations souterraines, à l'exception des zones situées au niveau du front de creusement, couvertes par les « *référentiels en vigueur dans les travaux souterrains* ». De plus, des dispositions spécifiques seront mises en œuvre pour prendre en compte les risques d'incendie liés à la co-activité (cf. *supra*), notamment pour ce qui concerne la gestion des interfaces entre zones de travaux conventionnels et zones nucléaires. **L'IRSN souligne que l'élaboration d'un référentiel incendie spécifique aux installations souterraines constitue une première étape indispensable, dans le cas particulier d'une installation comme Cigéo, pour permettre la mise en œuvre de dispositions de protection contre l'incendie adaptées aux spécificités de l'installation.**

L'Andra introduit au stade du jalon « Jesq03 » une division des galeries en compartiments de l'ordre de 800 m. Dans les zones de soutien à la base des liaisons surface-fond sont également envisagés des « *éléments de sectorisation* » incendie. Le degré de résistance au feu, les performances attendues en termes de confinement de ce compartimentage et des « *éléments de sectorisation* » précités, ainsi que des traversées associées, ne sont toutefois pas encore précisés. Par ailleurs, l'Andra opte pour un système de désenfumage longitudinal par compartiments, par opposition à celui envisagé sur des galeries entières au stade du « Dossier 2009 ». L'Andra présente enfin au stade du jalon « Jesq3 », les options retenues pour l'intervention (équipes de secours et garages de véhicules dans les zones centrales de soutien, prise en compte de la circulation des engins de secours dans les galeries principales, réseau d'eau de lutte contre l'incendie).

**D'une manière générale, l'IRSN considère que les évolutions présentées au stade du jalon « Jesq03 » en matière de maîtrise des risques d'incendie vont dans le sens d'une amélioration de la sûreté pendant la phase d'exploitation de Cigéo.** L'IRSN souligne à nouveau le caractère prépondérant de ces risques dans les installations souterraines et la nécessaire mise en œuvre de dispositions efficaces de prévention, de détection, d'extinction ou encore d'intervention et de limitation des conséquences d'un incendie. Une attention particulière devra donc être accordée à l'examen dans les dossiers ultérieurs des dispositions concrètes de maîtrise des risques d'incendie retenues par l'Andra, incluant les dispositions particulières relatives à la maîtrise des risques liés à la co-activité, au désenfumage des galeries et à l'intervention. Concernant le désenfumage, l'IRSN souligne qu'il conviendra d'examiner la mise en œuvre de cette disposition à travers l'analyse de la conduite de la ventilation en situation d'incendie.

Il faut également souligner que l'Andra poursuit le développement du projet industriel déjà engagé dans le « Dossier 2009 » en affinant certains choix de conception. Au stade du jalon « Jesq03 », l'Andra opte par exemple pour des transferts de colis sur rails dans l'ensemble des installations souterraines, abandonne le choix d'engins de manutention propulsés par un moteur thermique dans la zone nucléaire, réduit le nombre de moyens de manutention possibles dans les alvéoles MA-VL, continue ses efforts pour limiter les matières combustibles dans les zones nucléaires. **Ces diverses orientations sont satisfaisantes.**



#### 4.4 Sûreté en phase de post-fermeture

Un des éléments importants de la démonstration de sûreté à long terme du stockage repose sur la capacité de la roche hôte à « capter » la majeure partie des radionucléides relâchés par les colis de déchets et à les retenir pendant une durée suffisante permettant une décroissance radioactive significative. En effet, les estimations montrent que plus la proportion de radionucléides traversant le COX est importante, plus l'impact sur la biosphère est d'une part retardé, d'autre part moindre en comparaison de transferts qui se produiraient majoritairement au travers des alvéoles, galeries et liaisons surface-fond. L'IRSN rappelle qu'un des objectifs à atteindre pour la conception du stockage est de rendre marginale la part des transferts de radionucléides qui pourrait s'opérer au travers des infrastructures du stockage. L'atteinte de cet objectif dépend entre autres facteurs des propriétés de confinement relatives des différentes barrières (scelllements, barrière géologique) et des longueurs de galeries séparant les alvéoles des liaisons surface-fond, sachant que la diffusion des radionucléides depuis les infrastructures dans la roche est d'autant plus favorisée que leur transfert vers les puits et la descenderie est long. Ainsi, une grande longueur de galeries offre des marges de sûreté plus importantes en favorisant le transfert majoritaire de radionucléides *via* la formation hôte. Or, l'IRSN relève que l'architecture du stockage retenue au stade du jalon « Jesq03 » (cf. annexe 3 au présent avis) fait apparaître une réduction notable des distances entre les alvéoles de stockage MA-VL et la base des liaisons surface-fond (quelques centaines de mètres, contre 1 à 1,5 km dans le « Dossier 2009 »). L'IRSN conçoit qu'il existe un potentiel d'optimisation de la longueur des galeries de liaison mais n'est pas en mesure de se prononcer sur les distances entre les ouvrages et les liaisons surface-fond retenues au stade du jalon « Jesq03 », en l'absence d'éléments suffisants permettant de démontrer que cette longueur garantit l'absence de transferts significatifs *via* les liaisons précitées. Aussi, l'IRSN recommande que l'Andra, au plus tard dans le dossier présenté en support de la DAC, justifie la longueur minimale des galeries entre les alvéoles de stockage et les liaisons surface-fond au regard de l'objectif de minimisation des transferts de radionucléides à travers ces liaisons. Cette justification devra être établie en tenant compte des performances attendues des ouvrages de scelllements et de la variabilité des différents paramètres responsables du transfert (perméabilité des matériaux de remblai et de la barrière géologique, gradient hydraulique, etc.) pour diverses situations, normales et altérées, de fonctionnement du stockage. Enfin, l'IRSN remarque que l'exigence sur les performances du bouchon HA, destiné à sceller les alvéoles renfermant les colis de stockage HA, a été significativement revue à la baisse au stade du jalon « Jesq03 ». Dans le même esprit que le point précédent relatif à la longueur des galeries, l'IRSN considère que le relâchement de cette exigence doit être justifié, au plus tard à l'échéance de la DAC, en montrant que la stratégie de scellement du stockage qui sera retenue, incluant la conception des bouchons HA permet de conserver une performance globale de confinement du stockage élevée et de respecter l'objectif de minimisation du transfert des radionucléides par les infrastructures, en particulier les liaisons surface-fond.

#### 5 CONCLUSION

L'IRSN estime que les évolutions présentées dans le dossier examiné vont globalement dans un sens favorable à la sûreté en phase d'exploitation du stockage et sont en bonne cohérence avec les principales recommandations émises lors de l'examen du « Dossier 2009 ». L'IRSN considère

toutefois, pour ce qui concerne la maîtrise des risques de dispersion de matières radioactives, que le rôle de première barrière de confinement statique assigné au colis primaire doit être maintenu. L'IRSN estime également que des justifications complémentaires seront nécessaires pour valider les choix relatifs à l'utilisation d'un tunnelier « pleine face ».

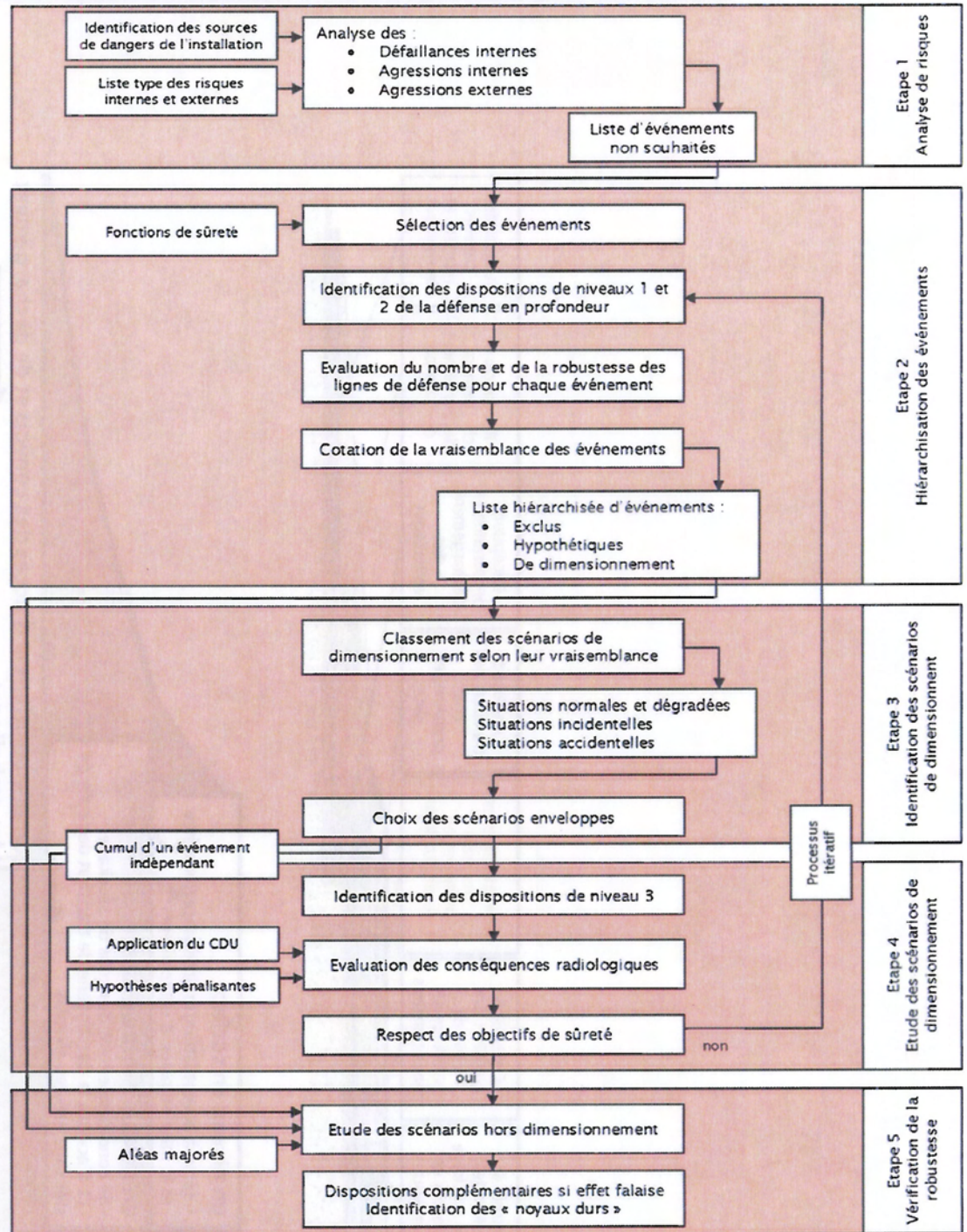
S'agissant de l'impact des évolutions sur la sûreté à long terme, l'IRSN considère que l'Andra devra s'assurer que les choix d'architecture (longueur des galeries, emplacement et performances des scellements) n'obèrent pas l'objectif de minimisation des transferts de radionucléides à travers les liaisons surface-fond. L'IRSN estime que ces éléments devront être justifiés au plus tard dans le dossier en support de la DAC.

L'IRSN estime enfin que l'Andra devra prendre en compte les recommandations sur ces points et les remarques formulées dans le présent avis.

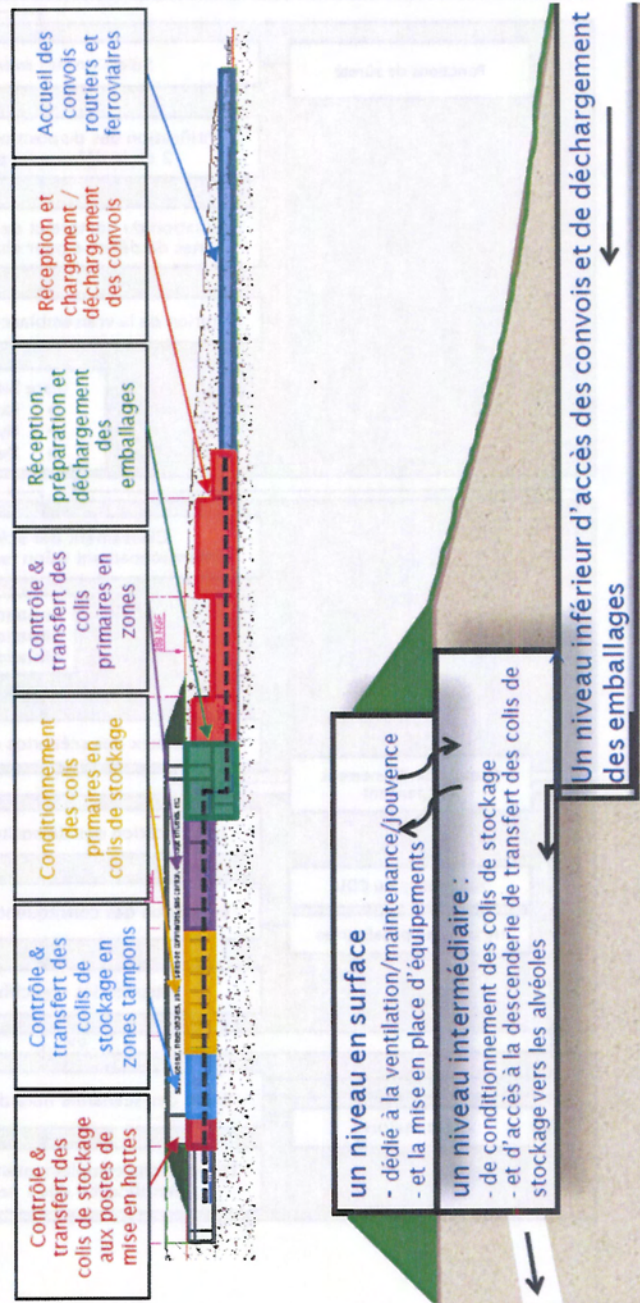
Pour le Directeur général et par délégation  
Le Directeur des déchets et de la géosphère

François BESNUS

Démarche de sélection établie par l'Andra des scénarios de sûreté en exploitation



Installations de surfaces de Cigéo - zone nucléaire. Stade esquisse jalon « Jesq03 »



Architecture générale des installations souterraines de Cigéo au stade du jalon « Jesq03 »

