

Fontenay-aux-Roses, le 24 juillet 2019

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire
Monsieur le Délégué à la sûreté nucléaire et à la
radioprotection pour les installations et activités
intéressant la défense

Avis/IRSN N° 2019-00178

Objet : **Projet Cigéo :**

Spécifications préliminaires d'acceptation des colis primaires

Acceptabilité des colis de déchets radioactifs du CEA, d'Orano et d'EDF

Réf. **Lettre ASN-ASND du 13 août 2018 référencée CODEP-DRC-2018-010460
ASND/2018-00751**

Par lettre citée en référence, vous avez demandé l'avis de l'IRSN sur les spécifications préliminaires d'acceptation des colis primaires dans l'installation de stockage Cigéo que vous a transmises l'Andra en juillet 2017. Vous avez également demandé l'avis de l'IRSN sur les études réalisées par EDF, Orano et le CEA relatives à l'acceptabilité dans Cigéo, au regard de ces spécifications, de leurs colis de déchets de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL) conformément à l'article 44 de l'arrêté du 23 février 2017 établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR).

Les spécifications d'acceptation des colis de déchets dans une installation de stockage définissent les exigences que chaque colis primaire de déchets doit respecter pour y être accepté. Un projet de spécifications préliminaires¹ d'acceptation des colis de déchets dans Cigéo a été transmis par l'Andra en 2016 lors du dépôt du dossier d'options de sûreté (DOS) de l'installation. Ce document ne répondant pas au niveau de détail attendu pour permettre aux producteurs de déchets de réaliser l'analyse de l'acceptabilité de leurs déchets dans Cigéo, l'ASN a demandé à l'Andra de le compléter. L'ASN a précisé que la version complétée des spécifications préliminaires d'acceptation devra présenter les valeurs des paramètres relatifs aux colis primaires en regard des exigences associées aux colis identifiées dans la démonstration de sûreté de l'installation de stockage, tant dans sa phase de fonctionnement que dans sa phase après-fermeture ; pour chacun de ces paramètres, la justification des valeurs spécifiées ainsi que les incertitudes associées devront être apportées. En réponse à cette demande, une nouvelle version des spécifications préliminaires d'acceptation de colis de déchets dans Cigéo a été transmise par l'Andra en juillet 2017. Vous demandez que l'IRSN évalue, dans le cadre de la présente instruction, la pertinence et la suffisance des paramètres retenus par l'Andra pour définir ces spécifications préliminaires au regard de la démonstration de sûreté présentée par l'Andra en 2016 dans le DOS de Cigéo, des exigences de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base, de la décision du 23 mars 2017 de l'ASN relative au conditionnement des déchets radioactifs ainsi que du guide de sûreté de 2008 relatif au stockage

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 Les spécifications d'acceptation des colis de déchets dans une installation de stockage sont dites préliminaires tant que l'ASN ne les a pas approuvées ; cet accord ne peut intervenir qu'après l'autorisation de création de cette installation (cf. décision n°2017-DC-0587 du 23 mars 2017 de l'ASN relative au conditionnement des déchets radioactifs).

définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde (guide ASN n°1). Vous demandez en outre d'examiner si cette nouvelle version des spécifications contient bien les éléments complémentaires (concernant les valeurs de ces paramètres et leur justifications) que vous avez identifiés.

Par ailleurs, vous demandez que l'IRSN examine les études transmises par EDF, Orano et le CEA concernant l'acceptabilité dans l'installation Cigéo des colis de déchets conditionnés à fin 2017, en cours de production ou dont la production est prévue dans les dix prochaines années. En particulier, vous demandez d'évaluer le caractère exhaustif des familles de colis considérées, la cohérence de ces études avec la version complétée des spécifications préliminaires transmise par l'Andra en juillet 2017, la pertinence de l'exercice de comparaison, mené par les producteurs, entre les caractéristiques des colis et les valeurs retenues dans les spécifications ainsi que les suites envisagées ou à envisager si des incompatibilités étaient identifiées.

L'examen par l'IRSN de la version complétée des spécifications préliminaires d'acceptation des colis de déchets dans Cigéo et des études d'acceptabilité est présenté ci-après.

1. Spécifications préliminaires d'acceptation des colis de déchets dans Cigéo

Les exigences définies par l'Andra dans ces spécifications préliminaires d'acceptation concernent la description générale de la famille de colis primaires (type de colis, nombre de colis, origine des déchets, etc.) ainsi que des caractéristiques de chaque colis telles que la masse, la composition chimique des éléments qui le constituent (déchets, matrice de blocage, conteneur primaire), les caractéristiques radiologiques, thermiques, mécaniques, le dégagement de gaz et le comportement en cas de sollicitation thermique. L'Andra classe ces exigences en trois catégories (cf. Annexe 1 au présent avis) : les exigences de déclaration (de nature qualitative ou quantitative), les exigences qualitatives (respect d'objectifs) et les exigences quantitatives (respect de valeurs limites). Ces exigences sont déclinées pour chacun des modes de colisage prévus à ce stade, à savoir : *i*) en conteneur de stockage dit « de référence », *ii*) en conteneur de stockage renforcé vis-à-vis du confinement et *iii*) sans conteneur de stockage (stockage « direct » du colis primaire).

La méthode d'élaboration de ces spécifications préliminaires, qui consiste en une démarche itérative entre la connaissance des colis, les dispositions de conception de l'installation de stockage, les exigences réglementaires et l'analyse de sûreté, a été examinée par l'IRSN dans le cadre de l'instruction du DOS de Cigéo. **L'IRSN rappelle que cette méthode, de même que la liste des exigences identifiées à l'issue de sa mise en œuvre (cf. Annexe 1 au présent avis) ont été jugées globalement satisfaisantes et que les exigences de déclaration n'appelaient pas de remarque.**

Les exigences de nature qualitative identifiées à ce stade par l'Andra concernent l'intégrité des interfaces de préhension des colis primaires, la lisibilité de leur numéro d'identification, l'absence de risque associé à la présence de substances particulières, la qualification au gavage vertical des colis MA-VL placés en stockage direct, le maintien de leur confinement sur toute la période d'exploitation, ainsi que le comportement en cas de sollicitation thermique des colis primaires. L'IRSN émet des réserves, pour certaines de ces exigences, sur la suffisance d'une définition uniquement qualitative pour qu'elles puissent être vérifiées et garanties ainsi que sur la durée associée à ces exigences lorsque celle-ci n'est pas spécifiée. A titre illustratif, le respect de l'exigence d'intégrité de l'interface de préhension des colis primaires pourrait être fondé sur une caractérisation de cette interface au regard de valeurs limites (par exemple, type et nombre de défauts/altérations). L'IRSN souligne que le respect de cette exigence est d'autant plus important dans le cas d'un stockage direct des colis primaires que celui-ci conditionne la récupérabilité des déchets. En outre, l'Andra indique,

s'agissant des risques liés au caractère exothermique des colis de déchets bitumés, que le producteur devra justifier que chacun de ces colis de déchets s'inscrit dans un domaine de composition chimique pour lequel le risque de reprise de réactivité susceptible de conduire à l'inflammation du bitume est écarté. Une telle justification appelle, selon l'IRSN, des valeurs limites permettant de borner le domaine de composition chimique acceptable pour ce type de déchets. **Aussi, l'IRSN estime nécessaire que l'Andra évalue, en vue de la prochaine révision des spécifications préliminaires, le bien-fondé de la nature uniquement qualitative de chacune des exigences qu'elle retient dans cette catégorie, en tenant compte notamment des modalités opérationnelles de leur vérification.**

S'agissant des exigences de nature quantitative, la version complétée des spécifications préliminaires comprend, outre les paramètres relatifs à la masse et au dégagement de dihydrogène des colis déjà quantifiés en 2016, les valeurs maximales de l'activité en ^{137}Cs des colis primaires de déchets HA vitrifiés, la puissance thermique maximale des colis de déchets HA et des colis MA-VL, ainsi que la contamination atmosphérique maximale admissible en cas de chute des colis de déchets MA-VL. Au cours de l'instruction, l'Andra a justifié les valeurs retenues pour ces exigences de nature quantitative au regard de la démonstration de sûreté de Cigéo au stade du DOS. Ainsi, l'IRSN note en particulier que la contamination atmosphérique maximale en cas de chute de colis MA-VL a été déterminée en lien avec le dimensionnement de la cellule de mise en hotte des colis MA-VL (à des fins de transport dans l'installation souterraine) et celles de manutention à l'entrée des alvéoles MA-VL. De la même manière, les puissances thermiques maximales des colis HA et MA-VL sont respectivement issues (i) d'une exigence de respect d'une température maximale de 90°C dans les argilites à l'extrados du chemisage des alvéoles HA pour préserver les propriétés favorables de la roche hôte et (ii) d'une exigence de respect d'une température maximale de 65°C au niveau du béton des ouvrages des alvéoles MA-VL pour maintenir ses propriétés mécaniques. **L'IRSN estime que les valeurs retenues pour ces exigences et les justifications associées sont cohérentes avec la démonstration de sûreté de Cigéo au stade du DOS, ce qui est satisfaisant.** S'agissant de l'activité maximale en ^{137}Cs retenue pour les colis primaires HA de déchets vitrifiés, l'Andra a indiqué que celle-ci a pour objectif de garantir un débit de dose inférieur à 10 Gy/h à l'extrados des conteneurs de stockage afin de limiter l'impact de l'irradiation sur leur corrosion. A cet égard, l'IRSN a souligné lors de l'instruction du DOS que des incertitudes persistent sur l'influence de l'irradiation sur les vitesses de corrosion des composants en acier du fait de la complexité de ces phénomènes (forte dépendance aux conditions d'environnement notamment). L'IRSN rappelle que l'Andra a mis en place un programme d'études dédiées dont les premiers éléments seront disponibles à l'échéance de la DAC de Cigéo. **Ce programme devrait, dans son principe, permettre de confirmer ou non cette activité maximale en lien avec les études de conception.**

L'IRSN relève que les huit autres exigences de nature quantitative ne sont pas assorties de valeurs limites à ce stade. A titre d'exemple, les valeurs associées aux exigences relatives au débit de dose du colis primaire (valeurs limites au contact et à un mètre) ou au risque de criticité (masse de matières fissiles, dimensions géométriques, teneur en matières fissiles ou modératrices, etc.) ne sont pas établies dans la version complétée des spécifications préliminaires. En outre, l'Andra indique que des valeurs des paramètres retenus pour les colis de déchets MA-VL qui feraient l'objet d'un stockage direct nécessitent d'être réévaluées en fonction du concept de stockage direct qui sera retenu *in fine*. Enfin, les incertitudes associées aux valeurs retenues pour les exigences de nature quantitative ne sont pas présentées par l'Andra. **Aussi, l'IRSN considère que la version complétée des spécifications préliminaires d'acceptation des colis de déchets à Cigéo ne répond à ce stade que partiellement à la demande de l'ASN relative à la quantification et à l'identification des incertitudes relatives aux exigences de nature quantitative.** A cet égard, l'IRSN rappelle

l'engagement pris par l'Andra en 2017 à l'issue de l'instruction du DOS, de réévaluer et compléter l'ensemble des exigences de nature déclaratives, qualitative et quantitative en cohérence avec la conception et la démonstration de sûreté de Cigéo à l'échéance de la DAC.

2. Analyse de l'acceptabilité dans Cigéo des colis de déchets

EDF, Orano et le CEA ont analysé, en lien avec l'Andra, l'acceptabilité dans Cigéo des colis de déchets radioactifs produits, en cours de production ou dont la production est prévue dans les dix prochaines années au regard des cinq exigences ayant fait l'objet d'une quantification à ce stade par l'Andra dans la version complétée des spécifications préliminaires d'acceptation, à savoir : la masse, le volume de dihydrogène évacué par colis de déchets MA-VL, la puissance thermique, le potentiel de contamination atmosphérique pour les colis de déchets MA-VL en cas de chute et l'activité en ¹³⁷Cs pour les colis primaires de déchets HA. **L'IRSN relève que les études menées par les producteurs de déchets couvrent bien l'ensemble des familles de déchets produits et en cours de production ou dont la production est prévue dans les dix prochaines années.**

A l'issue de leur analyse, EDF, Orano et le CEA ont conclu à la conformité aux cinq exigences précitées de la quasi-totalité des colis de déchets concernés par le périmètre de l'analyse. Orano et le CEA précisent toutefois que des compléments d'information sont nécessaires pour un petit nombre de colis, afin de confirmer leur acceptabilité (221 colis sur 48 196 pour le CEA et 1 966 sur 164 726 pour Orano). Le CEA indique dans son étude que ces colis, produits il y a plusieurs décennies, doivent faire l'objet de compléments de recherche de données historiques et de caractérisations (dégagement de dihydrogène notamment). Il précise qu'ils pourront, le cas échéant, faire l'objet d'une gestion particulière compte-tenu de leur petit nombre. S'agissant de l'étude réalisée par Orano, l'IRSN note en particulier que deux familles de colis - les colis CSD-DTHA de déchets technologiques HA (300 colis), colis HA en cours d'études et les fûts ECE cimentés de fines et résines du silo HAO (121 colis), colis MA-VL en attente d'un accord de conditionnement - font l'objet d'échanges entre Orano et l'Andra afin de déterminer les conditions et les dispositions particulières permettant leur acceptation dans l'installation eu égard à l'exigence liée au dégagement de dihydrogène par colis de stockage. Compte tenu du faible nombre de colis annoncé, l'IRSN n'a pas d'objection sur la possibilité d'examiner leur acceptation par dérogation, mais souligne que par principe les conditions dérogatoires ne peuvent être fixées par les spécifications d'acceptation de l'installation. **De telles conditions nécessitent en effet un examen au cas par cas de la sûreté du stockage des colis concernés sur la base d'une démonstration de sûreté à jour et des règles générales d'exploitation de l'installation.**

Par ailleurs, Orano indique que le comportement à la chute des fûts de coques et embouts cimentés (1 517 colis produits) placés dans un conteneur de stockage doit encore être évalué afin de s'assurer du respect de l'exigence de contamination atmosphérique maximale en cas de chute. Enfin, Orano a précisé au cours de l'instruction qu'en cas de déploiement d'une nouvelle spécification de production des CSD-V visant à augmenter l'activité alpha incorporée dans un colis, un entreposage de ces colis prolongé de quelques années pourrait être nécessaire afin de respecter les exigences liées à leur activité en ¹³⁷Cs et à leur puissance thermique. **A cet égard, sur la base de son avis n°2019-00129 du 14 juin 2019 relatif aux besoins en entreposage des colis de déchets HA et MA-VL, l'IRSN n'identifie pas de difficulté majeure liée à cette extension de durée d'entreposage.**

L'IRSN souligne que l'analyse de l'acceptabilité dans Cigéo des colis de déchets menée par les producteurs ne porte que sur leur compatibilité aux exigences ayant fait l'objet d'une quantification à ce stade par l'Andra. Ainsi, à titre d'exemple, les résultats des études menées par le CEA et Orano

ne rendent pas compte des interrogations soulevées lors des précédentes instructions par l'IRSN quant à l'acceptabilité des colis de déchets bitumés à Cigéo, l'Andra n'ayant pas précisé à ce jour les exigences relatives à la maîtrise de leur réactivité thermique. Par ailleurs, l'IRSN relève que cette analyse a été menée en tenant compte uniquement des spécifications relatives à un stockage des colis primaires en conteneur de stockage, les paramètres relatifs à un stockage direct des colis primaires n'étant pas encore suffisamment définis à ce stade. **Dans ce contexte, l'IRSN estime que l'analyse de compatibilité menée par les producteurs ne peut être que partielle à ce stade et nécessitera d'être reconduite au regard des spécifications préliminaires d'acceptation des colis de déchets à Cigéo révisées à l'échéance de la DAC.**

3. Conclusion

L'IRSN estime qu'à ce stade le niveau de maturité technique des spécifications préliminaires d'acceptation des colis de déchets primaires à Cigéo, en cohérence avec les options de sûreté, reste limité malgré la quantification des valeurs maximales admissibles de trois exigences supplémentaires. Les remarques formulées dans le présent avis mettent en lumière l'importance de la tenue par l'Andra de son engagement pris en 2017 à l'issue de l'instruction du DOS relatif à la définition de 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 de Cigéo à l'échéance de la DAC. Outre la justification des valeurs retenues pour les exigences de nature quantitative en regard de la démonstration de sûreté de Cigéo et la définition des incertitudes associées qui font d'ores et déjà l'objet d'une demande de l'ASN, **l'IRSN recommande que l'Andra justifie à l'échéance de la DAC le bien-fondé de la nature qualitative de chacune des exigences qu'elle retient dans cette catégorie, en tenant compte notamment des conditions opérationnelles de vérification de ces exigences. Sur la base de l'analyse de ces conditions, de nouvelles exigences quantitatives devront, le cas échéant, être définies dans les spécifications préliminaires d'acceptation.**

S'agissant des études d'acceptabilité dans Cigéo des colis de déchets réalisées par les producteurs de déchets en lien avec l'Andra, l'IRSN considère que la portée à ce stade d'un tel exercice est limitée par le niveau de maturité technique des spécifications préliminaires d'acceptation des colis de déchets primaires à Cigéo. **Aussi, l'IRSN estime nécessaire de disposer, à l'échéance de la DAC, de nouvelles études d'acceptabilité au regard de la version révisée des spécifications préliminaires d'acceptation des colis de déchets à Cigéo.**

Pour le Directeur général et par délégation,
François BESNUS
Directeur de l'Environnement

➤ Exigences de déclaration

Thématiques	Exigences
Référentiel de connaissances	Ensemble de déclarations regroupant notamment la description générale du colis primaire, le nombre de colis, l'origine des déchets, la description du procédé de conditionnement, la nature des éléments constitutifs du colis primaire et les éléments de comportement à long terme
Substances	Déclaration de toutes les substances constitutives du colis primaire
Inventaire radiologique	Inventaire par colis de l'activité des 144 radionucléides et méthode d'évaluation
Puissance thermique	Courbe de décroissance thermique
Taux de vide et porosités	Déclaration du taux de vide pour les colis produits ou en cours de production Déclaration du volume total des porosités des éléments constitutifs du colis primaire
Dégagement de dihydrogène	Déclaration des éléments nécessaires à la quantification du terme source dihydrogène pour les colis primaires MA-VL
Dégagement des radionucléides gazeux	Déclaration des dégagements des radionucléides gazeux (en L ou Bq/CP/an) pour les colis primaires MA-VL

➤ Exigences de nature quantitative

Thématiques	Exigences
Masse	Masse maximale acceptable par colis primaire
Géométrie	Côtes et tolérances du colis primaire définies sur le plan spécificateur
Caractéristiques relatives au confinement statique	Confinement à réception
Substances interdites	Absence de substances interdites. Pour les colis MA-VL placés en conteneur de stockage renforcé vis-à-vis du confinement, la suspicion de la présence d'une substance interdite fera l'objet d'une analyse spécifique au cas par cas.
Contamination surfacique externe labile	Limites de contamination surfacique à réception
Prévention du risque de criticité	Conformité des colis aux hypothèses de la démonstration de sûreté/criticité
Puissance thermique	Puissance thermique à réception
Débit de dose du colis primaire	Débit de dose maximal acceptable au contact et à 1 mètre
Activité en ¹³⁷ Cs des colis HA	Limite d'activité en ¹³⁷ Cs par colis de déchet vitrifié HA
Taux de vide et porosités	Limite de 25% pour les colis futurs
Comportement à la chute	Dispersion du contenu radioactif suite à une chute d'une hauteur de référence sur une dalle indéformable
Dégagement de dihydrogène	Dégagement de dihydrogène
Dégagement des radionucléides gazeux	Limite de dégagement des RN gazeux (en L ou Bq/CP/an) pour les colis primaires MA-VL

➤ Exigences de nature qualitative

Thématiques	Exigences
Interface de préhension	Intégrité de l'interface de préhension
Identification	Lisibilité du numéro d'identification du colis primaire
Caractéristiques relatives au confinement statique	Justification du maintien du confinement sur toute la période d'exploitation pour tous les colis HA ainsi que pour les colis MA-VL stockés en conteneur de référence et placés en stockage direct
Substances particulières	Justification de l'absence de risque associé à la présence des substances identifiées
Gerbage	Pour les colis MA-VL placés en stockage direct, qualification des colis au gerbage vertical sur un nombre de niveau dépendant du concept de stockage retenu
Comportement en cas de sollicitation thermique	Qualification des colis à la sollicitation thermique de référence