

Fontenay-aux-Roses, le 4 mai 2018

Monsieur le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

Avis IRSN/2018-00126

Objet : Cycle du combustible nucléaire en France
Dossier « Impact Cycle 2016 »

Réf. Lettre ASN CODEP-DRC-2016-033317 du 9 novembre 2016

Par lettre citée en référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a demandé au président du groupe permanent d'experts pour les laboratoires et usines (GPU) de faire examiner, par ce groupe, le dossier « Impact Cycle 2016 » transmis par Électricité de France (EDF) en juin 2016, en y invitant des membres des groupes permanents d'experts pour les déchets (GPD), pour les réacteurs (GPR) et pour les transports (GPT). La lettre de l'ASN donne mandat à l'IRSN pour effectuer l'évaluation du dossier précité, en support à cet examen.

L'évaluation conduite par l'IRSN a porté sur le dossier « Impact Cycle 2016 », élaboré par EDF en liaison avec les autres opérateurs du cycle du combustible (AREVA NC¹ et Andra), en prenant en compte les informations complémentaires apportées par ces exploitants au cours de l'évaluation. Les principales conclusions sont exposées dans le présent avis. Elles tiennent compte des engagements adressés par EDF et Orano Cycle à l'ASN à l'issue de cette évaluation.

1. Contexte

EDF dispose d'un parc de 58 réacteurs nucléaires à eau sous pression (REP) en exploitation, répartis sur 19 centres nucléaires de production d'électricité (CNPE). Ce parc est constitué de réacteurs relevant de trois paliers principaux selon la puissance électrique fournie : 34 réacteurs de 900 MWe (comprenant six réacteurs du palier dit CP0 et 28 réacteurs du palier dit CPY), 20 réacteurs du palier 1 300 MWe et quatre réacteurs du palier 1 450 MWe. Le réacteur EPR (1 650 MWe) implanté sur le site de Flamanville devrait, quant à lui, être mis en exploitation vers la fin de l'année 2018 selon EDF. Les combustibles actuellement chargés dans les réacteurs exploités par EDF sont à base d'oxyde d'uranium naturel enrichi (UNE), 22 réacteurs du palier CPY utilisant également des combustibles à base d'oxydes mixtes d'uranium et de plutonium (MOX) sur les 24 autorisés à mettre en œuvre de tels combustibles.

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 8 440 546 018

¹ Les activités du cycle du combustible qui étaient rassemblées au sein du groupe AREVA NC sont, depuis février 2018, réalisées par la société FRAMATOME, pour ce qui concerne la fabrication de combustibles à base d'oxyde d'uranium, et la société Orano Cycle, pour ce qui concerne les autres activités.

L'exploitation des réacteurs nucléaires d'EDF nécessite des installations et des moyens logistiques assurant notamment la fourniture des assemblages combustibles neufs, l'entreposage et le traitement des assemblages combustibles usés déchargés des réacteurs, le recyclage de certaines matières et la gestion des déchets produits par les réacteurs et les installations associées. Le terme « cycle du combustible nucléaire des réacteurs de puissance à eau sous pression français » (dit « cycle du combustible français » par la suite) désigne l'ensemble de ces opérations. Dans sa partie « amont », il comporte en particulier les étapes de conversion et d'enrichissement de l'uranium en isotope fissile et celles de fabrication des assemblages combustibles, qu'ils soient à base d'oxyde d'uranium ou d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium. La partie « aval » du cycle regroupe les opérations d'entreposage et de traitement des assemblages combustibles usés ainsi que la gestion des matières valorisables issues de ce traitement (uranium et plutonium) et des déchets radioactifs. Les installations de l'amont et de l'aval du cycle du combustible sont présentées sur le schéma en annexe 2 au présent avis.

Le bon fonctionnement du cycle du combustible nécessite que chaque élément y participant (installations, moyens logistiques...) soit adapté aux besoins et que les évolutions pouvant survenir à court ou moyen terme (changement de combustible, évolution d'installation...) soient anticipées. Pour s'assurer de la cohérence globale des opérations réalisées dans le cadre du cycle du combustible français, une démarche d'étude prospective du fonctionnement de ce cycle a été initiée par l'Autorité de sûreté à la fin des années 1990. L'Autorité de sûreté a ainsi demandé à EDF de piloter, en liaison avec les autres exploitants concernés, la rédaction d'un dossier présentant une analyse, sous l'angle de la sûreté et de la radioprotection, du fonctionnement de ce cycle pour une période prospective d'une dizaine d'années. Plus précisément, l'Autorité de sûreté a demandé que ce dossier présente une analyse de la compatibilité des évolutions envisagées concernant les combustibles chargés dans les réacteurs avec le dimensionnement, en termes de sûreté et de radioprotection, des installations du cycle concernées et des emballages de transport ainsi qu'avec les filières existantes de gestion des déchets, en tenant compte des flux de matières entre les installations (capacités d'entreposage...).

Le dossier « cycle 2000 » ainsi que la révision de ce dossier dénommée « Impact cycle 2007 » ont fait l'objet d'évaluations de l'IRSN dont les conclusions ont été présentées lors de réunions des groupes permanents d'experts respectivement en 2002 et 2010. A l'issue de la dernière instruction, l'ASN a transmis une liste de demandes à EDF qui prévoit en particulier la transmission par EDF, tous les deux ans, d'une note « de suivi du cycle » ; l'ASN effectue également un suivi de ce dossier lors de réunions régulières dites de « suivi du cycle ».

Le dossier « Impact Cycle 2016 », objet du présent avis, constitue une mise à jour du dossier « Impact cycle 2007 ». Le contenu attendu du dossier « Impact Cycle 2016 » a fait l'objet d'une lettre de cadrage de l'ASN en octobre 2015. En plus des éléments demandés dans les deux dossiers précédents, qui sont évoqués ci-dessus, l'ASN a demandé à EDF d'examiner, sur la période allant de 2016 à 2030, les conséquences sur le cycle du combustible :

- d'un scénario dit « de production basse » conduisant à l'arrêt en 2020 de deux réacteurs chargés en combustibles MOX, en complément de l'étude du scénario dit « de référence » prévu par EDF qui correspond au maintien de la puissance électrique d'origine nucléaire sur la période considérée ;
- de scénarios dits « mix énergétique » permettant de réduire la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % à l'horizon 2025, conformément à l'objectif de la loi de transition énergétique pour la croissance verte (TECV). L'ASN a défini les scénarios à étudier par EDF ; ceux-ci définissent le cadencement, sur la période allant de 2017 à 2025, d'arrêt de réacteurs de 900 MWe et de 1 300 MWe pour atteindre l'objectif de 50 % précité ;
- d'aléas dimensionnants pour chaque étape du cycle, avec identification des paradés associées.

En outre, l'ASN a demandé à EDF de compléter ces éléments par une analyse des inflexions majeures et des « effets falaise » pouvant apparaître d'ici 2040, dans le cadre de la démarche dite « veille et anticipation » mise en place par EDF à la demande de l'ASN dans le cadre du dossier « Impact cycle 2007 ».

Le dossier « Impact Cycle 2016 », transmis en juin 2016, présente les éléments demandés par l'ASN dans sa lettre de cadrage. Ce dossier tient également compte de l'ensemble des demandes formulées par l'ASN à l'issue de l'examen du dossier « Impact cycle 2007 ».

L'examen par l'IRSN des scénarios dits « de référence » et de « production basse » fait l'objet du chapitre 3 du présent avis ; les conclusions de l'examen des scénarios « mix énergétique » sont présentées dans le chapitre 7 du présent avis.

2. Principales évolutions concernant les gestions des combustibles nucléaires

Le dossier « Impact Cycle 2016 » présente les évolutions des gestions de combustibles² envisagées par EDF pour ses réacteurs ainsi que les principes retenus de gestion des combustibles usés correspondant aux scénarios étudiés. De l'examen des éléments présentés dans le dossier, l'IRSN retient notamment :

- la stabilisation des gestions des combustibles à base d'uranium naturel enrichi (combustible UNE) actuellement mises en œuvre, actant ainsi l'abandon des gestions à hauts taux de combustion dont le déploiement était envisagé dans le dossier « Impact cycle 2007 » ;
- l'augmentation de 22 à 24 du nombre de réacteurs 900 MWe chargés en combustibles « MOX » et un flux de traitement des combustibles UNE usés dans les usines de La Hague permettant d'équilibrer le flux de plutonium nécessaire à la fabrication de combustibles MOX chargés dans les réacteurs. A cet égard, EDF prévoit de mettre en œuvre, à partir de 2018, un combustible MOX, dit « MOX NT 2012 Intermédiaire », dont la teneur en plutonium vise à maintenir l'équivalence énergétique avec les combustibles UNE à 3,7 % en isotope 235 ;
- la reprise, à partir de 2020, du recyclage de l'uranium issu du traitement des combustibles usés (URT), arrêté depuis 2013, pour la fabrication de combustibles à base d'uranium de retraitement enrichi (combustibles URE) qui seront chargés dans les quatre réacteurs du CNPE de Cruas à partir de 2021 ;
- l'absence de traitement des combustibles MOX et URE usés sur la période considérée dans le dossier « Impact Cycle 2016 » qui sont destinés à être entreposés dans les piscines d'entreposage du site de La Hague ; un tel traitement est toutefois envisagé par EDF après 2050 afin d'utiliser les matières récupérées pour la fabrication de combustibles destinés aux réacteurs dits « de quatrième génération » ;
- la mise en œuvre d'une gestion de combustibles UNE pour le réacteur EPR Flamanville 3. Afin de respecter la capacité totale de production d'électricité d'origine nucléaire autorisée par la loi TECV, la mise en service de ce réacteur sera compensée par l'arrêt de deux réacteurs de 900 MWe.

A l'exception de la gestion des combustibles relative au réacteur EPR, l'IRSN observe que les orientations adoptées par EDF en termes de gestion des combustibles n'introduisent pas d'évolution significative par rapport à la situation actuelle. Ces gestions sont cohérentes avec celles présentées dans les dossiers de réexamen de sûreté des réacteurs. En outre, EDF conserve le principe de gestion consistant à équilibrer la quantité d'oxyde de plutonium provenant du traitement des combustibles usés et celle utilisée dans la fabrication des combustibles MOX chargés en réacteurs.

² Le terme « gestion du combustible » pour un réacteur désigne globalement la configuration d'exploitation du combustible dans ce réacteur, c'est-à-dire les caractéristiques d'irradiation (durée d'irradiation, taux d'irradiation, nombre de cycles d'irradiation) et les caractéristiques des assemblages (enrichissement en isotope fissile notamment).

En termes de bilan des matières nucléaires mises en œuvre, les dispositions retenues par EDF se traduisent notamment par une stabilisation des tonnages de combustibles UNE usés déchargés des réacteurs et des combustibles traités dans l'établissement de La Hague, une stabilisation de la quantité d'oxyde de plutonium entreposé dans cet établissement et une moindre augmentation de la quantité d'URT entreposé dans l'établissement du Tricastin.

Les données d'entrée retenues par EDF pour l'analyse de la cohérence du cycle du combustible pour les scénarios « de référence » et « de production basse » étudiés dans le dossier « Impact Cycle 2016 » n'appellent pas d'observation. S'agissant des matières mises en œuvre et des déchets générés par les installations du cycle du combustible français, les quantités et les flux estimés par l'IRSN sont globalement cohérents avec les données fournies par EDF.

3. Impact des gestions de combustibles envisagées sur les installations du cycle du combustible français

Le dossier « Impact Cycle 2016 » présente une analyse de l'impact, sur les installations du cycle, des scénarios « de référence » et « production basse », tenant compte des évolutions envisagées des gestions de combustibles ainsi que les dispositions prévues pour remédier aux difficultés identifiées. **Hormis les points évoqués ci-après, cette analyse n'appelle pas de remarque de l'IRSN.**

Uranium appauvri d'origine naturelle et de retraitement

L'uranium appauvri d'origine naturelle issu des opérations d'enrichissement en isotope 235 de l'uranium réalisées dans l'usine Georges Besse II, qui ne dispose actuellement pas de filière de valorisation, est entreposé, sous forme d' U_3O_8 , dans des parcs dédiés des établissements de Bessines-sur-Gartempe et du Tricastin. Certains parcs du site du Tricastin assurent également l'entreposage de l'uranium appauvri issu des opérations de traitement (U_3O_8 URT) des combustibles usés dans les usines Orano Cycle de La Hague.

Le dossier « Impact Cycle 2016 » indique que certains de ces parcs seront saturés dans les prochaines années. Ce point avait déjà été mis en évidence dans le dossier « Impact cycle 2007 ». Aussi, depuis 2012, EDF transmet à l'ASN, dans la note « de suivi du cycle », un état d'avancement des actions associées à la stratégie de gestion de l'uranium appauvri d'origine naturelle et de retraitement. Pour faire face à la saturation envisagée, Orano Cycle, exploitant nucléaire des parcs, a déposé, en 2017, des demandes d'autorisation visant à augmenter les capacités d'entreposage de ces matières pour couvrir les besoins jusqu'en 2030. Ces dossiers sont en cours d'évaluation.

Il convient de rappeler que la stratégie de gestion des stocks d'uranium appauvri de retraitement fait l'objet d'une demande dans le cadre de l'arrêté établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR). A cet égard, EDF s'est engagé, en complément des éléments demandés dans le cadre du PNGMDR, à présenter en réunion de « suivi du cycle » un échéancier des demandes d'extension d'entreposage d'uranium appauvri de retraitement si elles s'avéraient nécessaires. Cette disposition est satisfaisante.

Uranium de retraitement (URE)

Le dossier « Impact Cycle 2016 » indique que l'uranium de retraitement (URT) sera utilisé à partir de 2020 pour la fabrication de combustibles à base d'uranium de retraitement enrichi (URE), qui sont prévus d'être chargés dans quatre réacteurs du CNPE de Cruas.

Ce dossier indique, en outre, les évolutions envisagées de la composition isotopique de l'URE entre 2021 et 2025 pour maintenir l'équivalence énergétique avec les combustibles UNE à 3,7 % en isotope 235. Cependant, à ce stade, EDF n'a pas précisé la filière industrielle retenue pour ces opérations, et notamment pas défini si certaines d'entre elles seraient réalisées dans des installations françaises. A cet égard, l'IRSN rappelle que l'URT a une composition isotopique plus pénalisante en matière d'exposition externe aux rayonnements ionisants que l'uranium naturel, liée à la teneur en ²³²U dont les descendants sont des émetteurs gamma de forte énergie. En première approche, l'IRSN estime que certaines opérations, si elles étaient réalisées en France (gestion des conteneurs d'entreposage de l'URE notamment), nécessiteraient la mise en œuvre de dispositions de sûreté et de radioprotection spécifiques. **En tout état de cause, l'IRSN estime qu'EDF doit présenter, pour l'ensemble des opérations réalisées en France, les dispositions de sûreté et de radioprotection nécessaires à la mise en place de cette filière et les échéances de transmission des dossiers réglementaires associés. Ceci a fait l'objet d'un engagement d'EDF.**

Combustible MOX

Le dossier « Impact Cycle 2016 » indique que, pour maintenir l'équivalence énergétique avec les combustibles UNE à 3,7 % en isotope 235 de l'uranium, la teneur en plutonium contenue dans les combustibles MOX augmentera progressivement à partir de 2018, passant de 8,65 % à 9,08 % (combustible dit « MOX NT 2012 Intermédiaire »). Ce combustible MOX présente une teneur moyenne en plutonium plus faible que le combustible MOX dit « MOX NT 2012 » qui, selon le dossier « Impact cycle 2007 », devait être mis en œuvre à l'horizon 2012, ce qui n'a finalement pas été le cas.

Le dossier « Impact Cycle 2016 » présente une analyse de l'impact sur la sûreté et la radioprotection de l'usine MELOX de la fabrication du combustible « MOX NT 2012 Intermédiaire ». De l'évaluation réalisée, l'IRSN retient notamment que cette évolution des caractéristiques du combustible MOX est susceptible de conduire à une augmentation des doses reçues par les travailleurs de l'usine MELOX, ce qui nécessite que l'exploitant s'assure du caractère suffisant des dispositions de radioprotection actuellement mises en œuvre. Pour l'IRSN, cet examen est d'autant plus nécessaire que les améliorations apportées par l'exploitant depuis le dernier réexamen de sûreté de l'installation n'ont pas conduit à faire baisser les doses reçues par le personnel ces dernières années, en raison notamment de l'augmentation des opérations de maintenance liées au vieillissement de l'installation. En outre, la fabrication du « MOX NT 2012 Intermédiaire » conduira également à une augmentation des risques liés aux dégagements thermiques qui pourrait conduire à dépasser certains critères retenus au dimensionnement de l'installation, notamment dans les locaux d'entreposage des pastilles de combustibles. **Aussi, pour l'IRSN, l'exploitant devra présenter, dans le dossier de réexamen de sûreté de l'installation MELOX que l'exploitant prévoit de transmettre en 2021, les conclusions des analyses de ces risques liés à la fabrication du « MOX NT 2012 Intermédiaire », en termes notamment de dispositions particulières à mettre en place.**

Entreposage des combustibles usés en piscine

Le dossier « Impact Cycle 2016 » présente, pour les deux scénarios étudiés par EDF, une évaluation prospective des capacités d'entreposage disponibles des combustibles usés dans les piscines de refroidissement des bâtiments « combustibles » des réacteurs, dites « piscines BK », et dans les piscines de l'établissement Orano Cycle de La Hague. Pour les deux scénarios étudiés, EDF conclut à la saturation, à terme, des capacités d'entreposage des piscines.

Cette saturation, qui surviendrait à l'horizon 2030 pour le scénario « de référence », interviendrait quelques années plus tôt pour le scénario dit de « production basse » en raison de la baisse de la quantité de combustibles usés traités qui résulterait de l'arrêt de deux réacteurs chargés en combustibles MOX (afin d'équilibrer les « flux de Pu »). **L'IRSN est globalement en accord avec les évaluations présentées dans le dossier « Impact Cycle 2016 ».**

L'IRSN rappelle que le risque de saturation des piscines d'entreposage a été identifié dans le cadre de l'examen des dossiers « Cycle 2000 » et « Impact cycle 2007 ». En particulier, dans ce dernier dossier, plusieurs solutions étaient envisagées par les exploitants concernés pour augmenter les capacités d'entreposage disponibles des combustibles usés en piscine. Si certaines de ces dispositions ont été réalisées ou sont toujours en cours de mise en œuvre (réorganisation de l'entreposage des déchets dans les piscines des réacteurs...), d'autres ont été abandonnées, en particulier la densification de l'entreposage des combustibles usés dans les piscines BK des réacteurs du palier CPY.

A cet égard, conformément à l'arrêté du 23 février 2017 établissant les prescriptions du « PNGMDR », EDF a transmis en 2017 sa stratégie pour disposer d'une capacité suffisante d'entreposage des combustibles usés. Celle-ci se fonde principalement sur la mise en service à l'horizon 2030 d'une piscine d'entreposage centralisé destinée à recevoir en particulier les combustibles usés de types MOX et URE dont le traitement n'est pas envisagé à court ou moyen terme. Le dossier d'options de sûreté de cette installation, transmis en 2017 par EDF, est en cours d'évaluation. En outre, EDF et Orano Cycle prévoient de continuer les actions engagées visant à augmenter le nombre d'emplacements disponibles dans les piscines des réacteurs et dans celles des usines de La Hague ; toutefois, cela concerne un nombre limité d'emplacements d'entreposage.

Pour l'IRSN, l'échéance prévue pour la mise à disposition de capacités supplémentaires d'entreposage de combustibles usés présente peu de marge pour éviter une saturation des piscines en considérant les hypothèses retenues dans le scénario « de référence », et pourrait s'avérer insuffisante en cas d'arrêt, à court terme, de réacteurs chargés en combustibles MOX (scénario « production basse » notamment). Aussi, l'IRSN estime qu'EDF, en lien avec Orano Cycle, devra présenter annuellement, dans les réunions de « suivi du cycle », une analyse détaillée des capacités disponibles d'entreposage de combustibles usés jusqu'en 2030, prolongée de manière prospective jusqu'en 2035, tenant compte de l'ensemble des informations pertinentes à l'égard des gestions de combustibles. Ceci a fait l'objet d'un engagement d'EDF.

Par ailleurs, conformément à son engagement pris à l'issue de l'évaluation du dossier « Impact cycle 2007 », EDF a transmis les résultats du programme de surveillance des combustibles usés entreposés en piscine ainsi que la synthèse des études et recherches menées dans le domaine. **Les éléments présentés n'appellent pas de remarque.**

Toutefois, le programme de surveillance mis en place ne permet pas de suivre le comportement des combustibles ayant subi des cycles thermiques générés par les opérations de transport. A cet égard, la mise en service d'une piscine d'entreposage centralisé pourrait conduire à ce que certains combustibles usés, entreposés actuellement dans les piscines de La Hague, subissent des cycles thermiques supplémentaires. Sur ce point, EDF s'est engagé à présenter, dans le cadre de l'instruction du dossier d'options de sûreté de la piscine d'entreposage centralisé, ses orientations sur le programme de surveillance des combustibles usés en tenant compte, en particulier, des cycles thermiques qu'ils sont susceptibles de subir lors de leur transport. **Cet engagement est satisfaisant.**

Entreposage de déchets

Le dossier « Impact Cycle 2016 » présente une analyse de l'impact, sur la période allant de 2016 à 2030, des évolutions des gestions de combustibles sur les déchets (quantité, type...) qui seront générés par les installations du cycle ainsi que sur les installations d'entreposage et de stockage des déchets. De l'évaluation réalisée, l'IRSN retient, en particulier, que les capacités d'entreposage de certains colis de déchets dans l'établissement de La Hague (colis de déchets vitrifiés, colis de déchets compactés...) pourraient, en fonction des hypothèses retenues, ne pas être suffisantes. Ce sujet a été examiné par l'IRSN dans le cadre de l'évaluation de la stratégie d'Orano Cycle pour la gestion de ses déchets et la gestion du démantèlement de ses installations, qui a fait l'objet d'une réunion des groupes permanents d'experts les 11 et 12 avril 2018. A l'issue de cette instruction, Orano Cycle a pris plusieurs engagements, qui visent notamment à s'assurer que sa stratégie de gestion des déchets lui permettra de disposer de capacités d'entreposage suffisantes des déchets, dans des conditions de sûreté adéquates.

4. Impact des gestions de combustibles envisagées sur les transports de matières et de déchets

Le dossier « Impact Cycle 2016 » présente une évaluation du taux de disponibilité des différents emballages de transport nécessaires au fonctionnement des installations du cycle du combustible. Celle-ci ne conduit pas à identifier de difficulté particulière, sur la période étudiée. **L'IRSN n'a pas de remarque sur les éléments présentés concernant les transports sur la voie publique.**

En revanche, s'agissant des transports internes sur le site de La Hague, l'IRSN estime que le système de transport [REDACTED] constitue un équipement critique pour la gestion des déchets sur ce site, dans la mesure où l'indisponibilité de l'un d'entre eux pourrait conduire à fortement diminuer les capacités de transport de certains déchets (déchets destinés à être compactés notamment). L'IRSN a formulé une recommandation concernant ce sujet dans son avis d'avril 2018 présentant les conclusions de son évaluation de la stratégie d'Orano Cycle pour la gestion de ses déchets et la gestion du démantèlement de ses installations.

5. Étude des aléas

Conformément à la demande de l'ASN formulée dans sa lettre de cadrage, EDF, en liaison avec Orano Cycle et l'Andra, a étudié les conséquences sur le fonctionnement du cycle d'aléas (indisponibilité d'installation ou de moyens de transport, perte ou absence d'agrément d'un colis de transport...) susceptibles d'affecter l'exploitation des installations actuelles du cycle, les opérations de transport de substances radioactives, la mise en service de nouvelles installations ou le calendrier de déploiement de nouvelles gestions de combustibles. Les exploitants indiquent que les aléas « dimensionnants », retenus dans cette étude, sont fondés sur le retour d'expérience. L'étude réalisée conclut que les aléas « dimensionnants » retenus ne sont pas susceptibles de conduire à des conséquences notables sur le fonctionnement du cycle.

Pour l'IRSN, cette étude, qui concerne des aléas de fonctionnement, constitue une première étape globalement satisfaisante, mais qui nécessite d'être complétée pour les usines de l'établissement de La Hague et l'atelier TU5 afin de mieux prendre en compte l'ensemble des aléas de fonctionnement qui sont susceptibles de conduire à l'indisponibilité prolongée de ces installations au regard du retour d'expérience disponible. En effet, s'agissant de l'établissement de La Hague, l'étude présente uniquement les conséquences de l'indisponibilité d'une des deux usines de traitement pendant une durée de six mois. Or, l'IRSN considère qu'il ne peut pas être écarté, à ce stade et sans justification particulière, qu'un aléa puisse conduire à l'arrêt prolongé des deux usines, notamment en cas d'indisponibilité d'un équipement unique conduisant à un mode commun sur les deux usines ([REDACTED] [REDACTED]) ou en cas d'évènement sur un équipement dont le caractère générique nécessiterait l'arrêt d'équipements similaires dans les deux usines (mécanisme de corrosion notamment).

Aussi, pour l'IRSN, les études d'aléas menées pour les usines de traitement de La Hague et l'atelier TU5 nécessitent d'être complétées. A cet égard, Orano Cycle s'est engagé, en liaison avec EDF, à compléter son étude pour ces installations, sous deux ans, en tenant compte des conclusions de l'évaluation de l'IRSN.

En outre, pour l'IRSN, des aléas ou des événements conduisant à l'arrêt de certaines installations du cycle, pour une durée supérieure à celle retenue dans le dossier « Impact Cycle 2016 », ne peuvent pas être exclus, notamment en cas d'agression (incendie généralisé...) ou de situation accidentelle. Aussi, l'IRSN estime que les exploitants devront poursuivre cette étude, dans le cadre du prochain dossier « Impact Cycle », afin de compléter l'examen de la robustesse du cycle, par une évaluation de la durée d'indisponibilité pour chaque atelier des installations participant au cycle du combustible qui conduirait au blocage de ce dernier et, sur cette base, identifier les éventuelles parades à mettre en œuvre pour y faire face. Ceci fait l'objet de la recommandation n° 1 présentée en annexe 1 au présent avis.

6. Veille et anticipation

Le dossier « Impact Cycle 2016 » présente les principales orientations envisagées pour le fonctionnement du cycle du combustible au-delà de la période d'étude considérée, c'est-à-dire à partir de 2030, qui sont issues de la démarche « Veille et anticipation » demandée par l'ASN. Il y est indiqué notamment qu'il est prévu de prolonger la durée de vie des réacteurs au-delà de 40 ans et de poursuivre le traitement des combustibles usés afin d'utiliser le plutonium et l'uranium pour la fabrication de combustibles MOX et URE. En particulier, EDF indique mener des études relatives à la mise en œuvre de combustibles MOX dans les réacteurs du palier 1 300 MWe, en substitution à l'utilisation de ce type de combustibles dans les réacteurs du palier CPY. La principale modification envisagée concernant les gestions de combustibles est la mise en œuvre du combustible « MOX NT 2012 ». En outre, en dehors de la mise en service de la piscine d'entreposage centralisé, le dossier transmis ne présente pas d'évolution majeure pour les installations de l'amont et de l'aval du cycle, les installations de stockage de déchets et les transports. En tout état de cause, le dossier transmis n'identifie pas d'effet falaise lié aux évolutions envisagées des gestions de combustibles concernant ces installations et moyens de transport.

Sur la base des éléments présentés, l'IRSN n'a pas identifié, à ce stade, de difficulté rédhibitoire aux évolutions envisagées dans le dossier transmis. Toutefois, l'IRSN tient à souligner que le chargement de combustibles MOX dans les réacteurs du palier 1 300 MWe, qui nécessitera des études approfondies, entraînerait des adaptations importantes des installations concernées et la mise en œuvre d'un nouvel emballage de transport. Pour l'IRSN, la faisabilité des modifications à réaliser reste à confirmer.

En outre, si la plupart des installations de l'amont du cycle ont récemment été rénovées ou remplacées, le dossier transmis ne présente pas les dispositions prévues pour assurer la jouvence ou le renouvellement de l'usine MELOX et des usines de traitement des combustibles usés de La Hague, qui sont en exploitation depuis plus de vingt ans. A cet égard, les réexamens de sûreté récents de ces installations ont conduit les exploitants à réaliser des travaux ou à prévoir des modifications pour tenir compte du vieillissement de certains équipements (évaporateurs de produits de fission des usines de La Hague notamment). Aussi, dans le cadre de la démarche « Veille et anticipation », les exploitants concernés doivent anticiper les dispositions à prendre pour tenir compte du vieillissement de ces installations. **L'IRSN estime que les éléments correspondants devront être transmis par les exploitants dans le prochain dossier « Impact Cycle ».** Ceci fait l'objet de la recommandation n°2 présentée en annexe 1 au présent avis.

7. Scénarios « mix énergétique »

EDF a étudié les scénarios d'arrêt de réacteurs, définis par l'ASN dans sa lettre de cadrage, visant à prendre en compte une limitation à 50 % de la part du nucléaire dans la production d'électricité à l'échéance 2025. Les scénarios étudiés par EDF, qui considèrent les principes de gestion des combustibles présentés dans le chapitre 2, montrent que l'impact de l'arrêt de réacteurs sur les installations du cycle dépend fortement du type de combustible chargé dans les réacteurs arrêtés. En effet, les scénarios étudiés conduisant à l'arrêt de plusieurs réacteurs chargés de combustibles MOX entraîneraient rapidement, toutes choses égales par ailleurs, une saturation des piscines de La Hague, suivie de la saturation des piscines BK et de l'arrêt de l'ensemble des réacteurs. Cette saturation est liée à l'application du principe de gestion visant à équilibrer le flux de plutonium issu du traitement des combustibles usés et celui utilisé pour la fabrication des combustibles MOX. En revanche, l'arrêt de réacteurs chargés en combustibles UNE n'aurait pas d'impact réhibitoire sur les installations du cycle.

L'IRSN souligne que le scénario d'arrêt des réacteurs de 900 MWe, étudié par EDF, concerne uniquement des réacteurs du palier CPY chargés en combustibles MOX ; or, d'autres scénarios seraient envisageables incluant notamment des réacteurs du palier CP0. Quoi qu'il en soit, les évaluations réalisées par l'IRSN, sur la base de ses propres calculs, confirment les conclusions des études réalisées par EDF. En particulier, l'IRSN souligne qu'un scénario « mix énergétique » incluant l'arrêt de réacteurs chargés en combustibles UNE pourrait retarder voire empêcher, selon le nombre de réacteurs arrêtés, la saturation des piscines d'entreposage de combustibles usés.

Pour l'IRSN, ces études montrent, en particulier, que l'impact sur le fonctionnement d'ensemble du cycle doit être pris en considération dans le choix des réacteurs à arrêter pour respecter l'objectif fixé dans la loi TECV. L'IRSN estime, en particulier, qu'EDF, en liaison avec les autres exploitants, devra examiner cet impact en cas d'arrêt de réacteurs chargés en combustibles MOX. Ce point a fait l'objet d'un engagement d'EDF.

Conclusion

Après évaluation du dossier « Impact Cycle 2016 » et compte tenu des engagements pris par EDF et Orano Cycle lors de cette évaluation, l'IRSN considère que, du point de vue de la sûreté et de la radioprotection, l'impact sur les installations du cycle du combustible français des gestions actuelles de combustibles des réacteurs et de celles envisagées jusqu'en 2025, prolongées jusqu'en 2030, ne fait pas apparaître de difficulté technique majeure. Toutefois, l'IRSN estime qu'une attention particulière doit être portée par les exploitants concernés aux capacités d'entreposage de l'uranium appauvri en isotope 235, des assemblages combustibles usés, de l'uranium provenant du traitement de combustibles usés et de certains déchets issus de ce traitement.

L'IRSN souligne également l'importance de l'examen de l'impact de l'arrêt de réacteurs sur le fonctionnement d'ensemble du cycle, qui sera à réaliser dans le cadre de l'application de la loi TECV. Eu égard aux évolutions envisageables dans les prochaines années concernant le cycle, l'IRSN considère important que soit conservé le principe d'une transmission régulière d'une note de « suivi du cycle ».

Enfin, l'IRSN estime que les exploitants devront prendre en compte, dans le prochain dossier « Impact Cycle », les recommandations rappelées en annexe 1 au présent avis, qui visent à compléter l'examen de la robustesse du cycle.

Pour le Directeur général et par délégation,

Jean-Paul DAUBARD,

Adjoint au Directeur de l'Expertise de Sûreté

Annexe 1 à l'Avis IRSN/2018-00126 du 4 mai 2018

Recommandations

Recommandation n°1

L'IRSN recommande qu'EDF, en liaison avec Orano Cycle et l'Andra, évalue, dans le prochain dossier « Impact Cycle », la durée d'indisponibilité de chaque atelier des installations du cycle qui conduirait à bloquer le fonctionnement du cycle du combustible des réacteurs électronucléaires français.

Recommandation n°2

L'IRSN recommande que les exploitants présentent, dans le prochain dossier « Impact Cycle », les dispositions envisagées pour la jouvence ou le renouvellement des installations du cycle en fonction de leur durée de vie prévisible et des évolutions prévues de la politique énergétique.

Annexe 2 à l'Avis IRSN/2018-00126 du 4 mai 2018

Représentation schématique du cycle du combustible français

