



**Avis n° 2023-AV-0420 de l’Autorité de sûreté nucléaire du 13 juin 2023
sur les perspectives de poursuite du fonctionnement
des réacteurs électronucléaires d’EDF jusqu’à leurs 60 ans**

L’Autorité de sûreté nucléaire,

Vu le code de l’environnement, notamment ses articles L. 592-1, L. 592-27 et L. 592-29 ;

Vu l’avis n° 2013-AV-0180 de l’ASN du 16 mai 2013 portant contribution de l’ASN au débat national sur la transition énergétique ;

Vu la position de l’ASN référencée CODEP-DCN-2013-013464 du 28 juin 2013 sur le programme générique proposé par EDF pour la poursuite du fonctionnement des réacteurs en exploitation au-delà de leur quatrième réexamen périodique ;

Vu la position de l’ASN référencée CODEP-DCN-2021-009580 du 23 février 2021 sur la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe ;

Vu le courrier de l’ASN référencé CODEP-DCN-2022-006422 du 24 février 2022 relatif au mouvement sismique à prendre en compte pour les sites du Tricastin et de Cruas en application de la règle fondamentale de sûreté 2001-01 à la suite du séisme du Teil du 11 novembre 2019 ;

Vu la note d’EDF portant sur l’analyse de la poursuite de fonctionnement de 50 à 60 ans du parc nucléaire français transmise à la ministre de la transition énergétique par courrier du 21 avril 2023 ;

Vu le courrier de la ministre de la transition énergétique du 12 juin 2023 ;

Considérant ce qui suit :

1. L’ASN a pour mission de contribuer à l’information du public et d’éclairer le débat sur la politique énergétique pour les questions en lien avec la sûreté nucléaire et la radioprotection.
2. Par courrier du 12 juin 2023, la ministre de la transition énergétique a sollicité l’avis de l’ASN sur les conclusions de l’analyse préliminaire, réalisée par EDF, de la capacité des réacteurs électronucléaires à poursuivre leur fonctionnement au-delà de 50 ans, ainsi que sur les enjeux techniques liés à cette poursuite de fonctionnement. Cette démarche s’inscrit dans le cadre des travaux préparatoires de la prochaine programmation pluriannuelle de l’énergie.
3. Le présent avis a été établi au regard de la poursuite du fonctionnement des réacteurs électronucléaires jusqu’à leur sixième réexamen périodique, qui intervient aux alentours de 60 ans de fonctionnement.
4. Le présent avis a été établi sur la base de l’état actuel des connaissances et en tenant compte de la note d’EDF susvisée. Il ne préjuge pas de potentiels sujets limitants vis-à-vis de la poursuite de fonctionnement qui pourraient être identifiés dans le cadre des réexamens périodiques ou de l’exploitation courante des réacteurs.

Rend l'avis suivant :

La poursuite du fonctionnement des réacteurs électronucléaires revêt une importance particulière en matière de sûreté nucléaire. La loi prévoit que l'ASN prend position, tous les dix ans, sur les conditions de la poursuite de leur fonctionnement vis-à-vis de la sûreté nucléaire et de la protection de l'environnement, à l'issue de leur réexamen périodique. L'ASN a pris position, par courrier du 23 février 2021 susvisé, sur les conditions applicables à l'ensemble des réacteurs de 900 MWe pour leur poursuite de fonctionnement au-delà de leur quatrième réexamen périodique. L'ASN statuera, en 2025, sur la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 1300 MWe au-delà de leur quatrième réexamen périodique.

L'ASN prendra position sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs au-delà de 50 ans à l'occasion de leur cinquième réexamen périodique.

Cet horizon s'avère toutefois trop lointain pour que les enjeux en matière de sûreté nucléaire puissent être suffisamment anticipés et intégrés dans la politique énergétique. L'ASN considère ainsi qu'il est important de disposer rapidement des éléments permettant de justifier, du point de vue de la sûreté nucléaire, les hypothèses de durée de fonctionnement des réacteurs retenues pour établir le volet nucléaire de la politique énergétique à l'horizon 2040 et au-delà. À ce stade, EDF a transmis des éléments sur la poursuite du fonctionnement de ses réacteurs au-delà de 50 ans, qui sont peu étayés techniquement.

De ce fait, l'ASN a demandé qu'EDF justifie de manière anticipée l'hypothèse d'une poursuite du fonctionnement des réacteurs actuels jusqu'à 60 ans et au-delà, d'ici fin 2024, pour permettre une instruction approfondie débouchant sur une prise de position de l'ASN fin 2026.

*

D'une manière générale, les objectifs de sûreté définis par EDF pour le quatrième réexamen périodique des réacteurs électronucléaires et les démarches de maîtrise du vieillissement engagées s'inscrivaient dans la perspective d'une poursuite de fonctionnement jusqu'à 60 ans. **À ce stade, l'ASN n'a pas identifié d'élément de nature à faire évoluer ces objectifs de sûreté.**

Néanmoins, dans une perspective de poursuite de fonctionnement des réacteurs jusqu'à 60 ans, l'ASN identifie deux sujets techniques qui doivent être analysés prioritairement par EDF.

Dans sa note susvisée, EDF indique que la résistance mécanique de certaines portions des tuyauteries principales du circuit primaire de plusieurs réacteurs, appelées « coudes E » peut être insuffisante et, en conséquence, présente des pistes d'action. L'ASN note que ces pistes d'action nécessitent des développements complémentaires. La démonstration de leur caractère suffisant n'est pas acquise à ce stade dans la perspective de la poursuite du fonctionnement de certains réacteurs au-delà de leur cinquième visite décennale.

Par ailleurs, pour ce qui concerne le site de Cruas, la prise en compte du retour d'expérience du séisme survenu au Teil le 11 novembre 2019 nécessite des investigations complémentaires, qui sont en cours de réalisation par EDF, afin de mieux caractériser la géologie autour de ce site. **Si ces investigations montraient la présence, sous le site de Cruas, d'une faille capable d'induire une rupture en surface, la démonstration de sûreté de cette centrale serait complexe à établir et pourrait nécessiter des travaux conséquents, voire remettre en cause la poursuite du fonctionnement des réacteurs de la centrale nucléaire de Cruas, indépendamment de l'échéance des réexamens périodiques.**

*

Par ailleurs, l'ASN rappelle que d'autres facteurs, tels que la prise en compte des effets attendus du changement climatique, ou encore le fonctionnement, dans des conditions de sûreté satisfaisantes, des installations du cycle du combustible, peuvent avoir des conséquences significatives sur la disponibilité des centrales nucléaires et doivent également faire l'objet d'une attention particulière dans la perspective d'un fonctionnement jusqu'à 60 ans.

La poursuite du fonctionnement des réacteurs actuels jusqu'à 60 ans, c'est-à-dire à horizon 2040, et au-delà pour les réacteurs les plus récents, ainsi que la mise en service de nouveaux réacteurs sur les sites actuels, pourraient en effet induire une pression supplémentaire en termes de prélèvements d'eau et de rejets radiologiques, chimiques et thermiques cumulés sur certains bassins versants : ceci nécessite de prévoir, dès à présent, des évolutions technologiques des installations, dans le cadre d'une approche globale et de long terme.

De même, le fonctionnement du cycle du combustible, qui repose sur un ensemble d'installations dont chacune est souvent un maillon unique dans une chaîne de traitement, suppose un travail de sécurisation industrielle pour prévenir les risques de situations bloquantes liées à l'indisponibilité de certaines installations ou à la saturation des capacités d'entreposage des matières radioactives, à la fois pour le fonctionnement du cycle du combustible, mais aussi pour la production d'électricité nucléaire qui en dépend.

*

Enfin, la standardisation du parc des réacteurs actuels et leur mise en service sur une période de temps relativement courte doivent rester des points d'attention pour les choix et le dimensionnement des moyens de production électrique futurs.

La large standardisation du parc électronucléaire français, particulière au réseau électrique français, présente le risque qu'un défaut générique grave conduise à la suspension simultanée du fonctionnement de plusieurs réacteurs, comme cela a pu être le cas récemment lors de la découverte de fissures de corrosion sous contrainte sur des tuyauteries auxiliaires du circuit primaire de plusieurs réacteurs. **L'ASN considère nécessaire que ce type d'événement soit pris en compte dans la vérification du respect des critères de sécurité d'approvisionnement en électricité.**

De plus, le calendrier resserré des mises en service initiales des réacteurs du parc électronucléaire français pourrait conduire, en dépit des spécificités propres à chaque réacteur, à leur arrêt définitif, pour des raisons liées à leur vieillissement, sur une période relativement courte. L'ASN considère que cette situation de mise à l'arrêt de plusieurs réacteurs sur une période courte doit être convenablement anticipée dans une vision à long terme de la politique énergétique, **afin de permettre, le moment venu et sans renoncement en matière de sûreté, la transition vers de nouveaux moyens de production, quels qu'ils soient.**

*

La position de l'ASN est détaillée en annexe au présent avis. Cette annexe présente également d'autres sujets techniques qui pourraient nécessiter une attention particulière en vue d'une poursuite de fonctionnement jusqu'à 60 ans.

Fait à Montrouge, le 13 juin 2023.

Le collège de l'Autorité de sûreté nucléaire,

Signé par :

Bernard DOROSZCZUK

Sylvie CADET-MERCIER

Jean-Luc LACHAUME

Géraldine PINA

Laure TOURJANSKY



Annexe
à l'avis n° 2023-AV-0420 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 13 juin 2023
sur les perspectives de poursuite du fonctionnement
des réacteurs électronucléaires d'EDF jusqu'à leurs 60 ans

La présente annexe détaille les points d'attention identifiés à ce stade par l'ASN en vue d'une poursuite de fonctionnement des réacteurs électronucléaires jusqu'à 60 ans. Les éléments présentés dans cette annexe s'appuient sur l'état actuel des connaissances et pourraient être complétés, notamment à l'occasion des instructions conduites dans le cadre des différents réexamens périodiques des installations.

1/ Problématiques techniques susceptibles de remettre en cause la poursuite du fonctionnement d'ici l'atteinte des 60 ans de certains réacteurs

L'ASN considère, au vu de l'état des connaissances actuelles, que deux sujets techniques susceptibles de remettre en cause la poursuite du fonctionnement de certains réacteurs d'ici l'atteinte de leurs 60 années de fonctionnement doivent être analysés prioritairement par EDF.

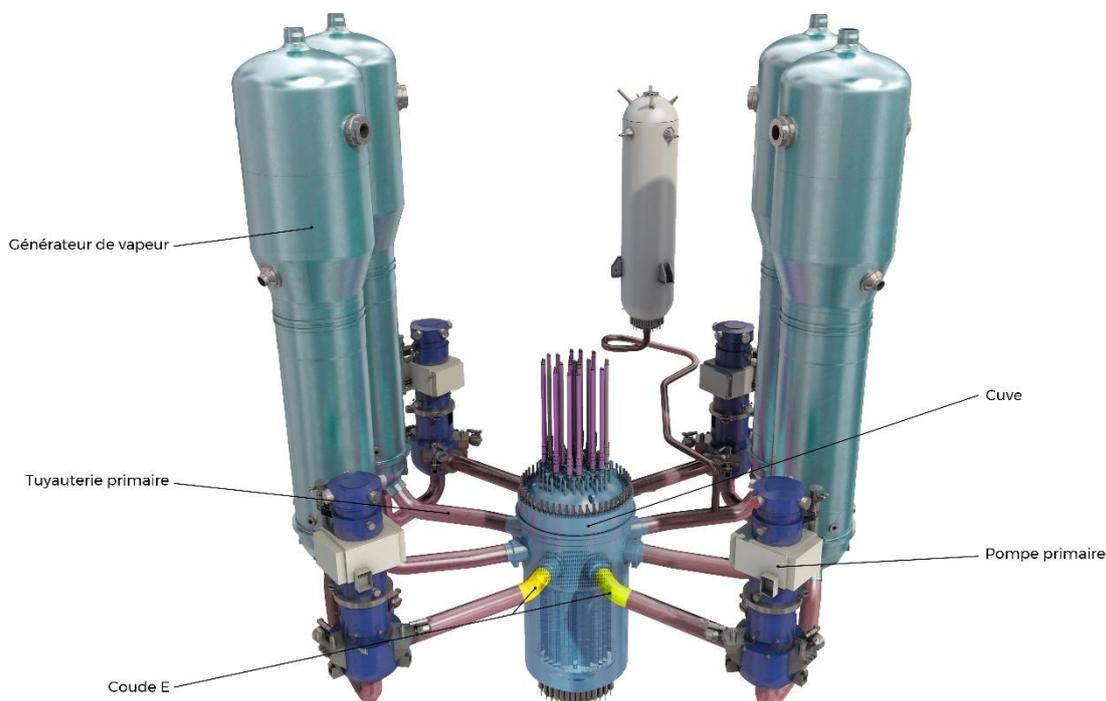
Coudes des tuyauteries principales du circuit primaire

Les circuits primaires principaux des réacteurs sont constitués de tronçons de tuyauterie droits et coudés de fort diamètre, dont certains, pour les réacteurs les plus anciens (900 et 1300 MWe), sont fabriqués en acier inoxydable moulé.

Cet acier présente des problématiques particulières. D'une part, le procédé de fabrication par moulage utilisé est susceptible de générer des défauts de fabrication. De tels défauts ont par exemple été détectés lors des examens radiographiques de fin de fabrication, ou lors de contrôles par ressuage (visant à détecter d'éventuels défauts débouchant en surface) réalisés à différents stades de la construction des réacteurs. D'autre part, l'acier inoxydable moulé vieillit lorsqu'il est soumis à la température de fonctionnement des réacteurs. Ainsi, sa ténacité, c'est-à-dire sa résistance à la propagation d'un défaut, diminue de manière importante lors des 40 à 60 premières années de fonctionnement, avant de se stabiliser autour de valeurs qui peuvent, selon la composition chimique du matériau, être très faibles.

La résistance mécanique des coudes moulés du circuit primaire doit être justifiée, en tenant compte de la présence de défauts potentiels et de cette réduction de la ténacité.

En particulier, les coudes E concernés par cette problématique sont considérés par EDF comme difficilement remplaçables, car ils sont directement connectés à la cuve et situés dans une zone soumise à des niveaux d'irradiation rendant difficiles les interventions humaines de longue durée dans cette zone.



Positionnement des coudes E sur le circuit primaire d'un réacteur

Cinq réacteurs¹ présentent des coudes E pour lesquels les analyses mécaniques réalisées à l'occasion de leur quatrième réexamen périodique ne permettent pas de justifier une poursuite de fonctionnement d'ici l'atteinte de leurs 60 ans.

EDF a présenté des pistes d'actions pour lever ces difficultés. Elles portent sur des évolutions des méthodes de justification mécanique, sur le développement de nouvelles méthodes de contrôles non destructifs permettant de caractériser de petits défauts et donc d'exclure la présence de défauts problématiques, ou sur le remplacement de ces coudes avec des techniques d'intervention robotisées.

L'ASN note que les pistes d'action proposées par EDF pour justifier la résistance mécanique des coudes E nécessitent des développements complémentaires. La démonstration de leur caractère suffisant n'est pas acquise à ce stade dans la perspective de la poursuite du fonctionnement des cinq réacteurs concernés au-delà de leur cinquième visite décennale.

Retour d'expérience du séisme survenu au Teil le 11 novembre 2019 pour la centrale nucléaire de Cruas

La caractérisation des effets d'un séisme sur les réacteurs nucléaires d'EDF est réalisée en évaluant les mouvements sismiques horizontaux et verticaux du sol induits par les ondes sismiques incidentes au niveau du site. Cette évaluation des mouvements du sol induits par les secousses sismiques permet de caractériser l'amplitude des sollicitations vibratoires auxquelles les bâtiments, les systèmes et les équipements d'un réacteur doivent résister.

¹ Le réacteur n° 4 de la centrale nucléaire du Tricastin, le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux, le réacteur n° 4 de la centrale nucléaire de Dampierre, le réacteur n° 3 de la centrale nucléaire du Blayais et le réacteur n° 2 de la centrale nucléaire de Paluel.

En complément de ce phénomène de mise en mouvement vibratoire du sol par les ondes sismiques, le séisme du Teil a également généré un autre phénomène, extrêmement rare en France métropolitaine. La faille à l'origine de ce séisme a en effet provoqué, sur plusieurs kilomètres, une rupture en surface, avec des soulèvements et des décalages du sol de plusieurs centimètres.

En outre, le réseau de failles impliqué dans le séisme du Teil était jusqu'à présent considéré comme inactif et était peu caractérisé. À la suite du séisme du Teil, il apparaît que ce réseau de failles pourrait, au-delà de son extension actuelle connue, se prolonger jusque sous le site de la centrale nucléaire de Cruas.

Dès novembre 2019, l'ASN a demandé à EDF de réévaluer le spectre de réponse caractérisant les sollicitations vibratoires pris en compte dans la démonstration de sûreté. En février 2022, l'ASN a demandé à EDF :

- de prendre en compte ce nouveau spectre dans le cadre du quatrième réexamen périodique des réacteurs de la centrale nucléaire de Cruas et de déployer les éventuels renforcements nécessaires des réacteurs au plus tard dix ans après l'occurrence du séisme du Teil ;
- d'approfondir la caractérisation du réseau de failles des Cévennes afin d'estimer le risque de rupture en surface au niveau du site de Cruas et de préciser sa démarche pour anticiper la prise en compte de ce nouveau risque, notamment au regard de l'état de l'art international.

Si l'existence sous le site de Cruas d'une faille capable d'induire une rupture en surface était confirmée, la démonstration de sûreté de cette centrale serait complexe à établir. Elle pourrait nécessiter des travaux conséquents, voire remettre en cause la poursuite du fonctionnement des réacteurs de la centrale nucléaire de Cruas, indépendamment de l'échéance des réexamens périodiques.

2/ Autres points d'attention techniques en vue d'une poursuite de fonctionnement jusqu'à 60 ans

Certains autres sujets techniques pourraient nécessiter une attention particulière en vue d'une poursuite de fonctionnement jusqu'à 60 ans.

Cuves des réacteurs

Les cuves des réacteurs sont des composants non remplaçables. EDF conclut, dans sa note transmise par courrier du 21 avril 2023 susvisé, à l'aptitude de l'ensemble des cuves à fonctionner jusqu'à 60 ans avec le référentiel d'exigences, les règles d'étude et les méthodes actuellement utilisés.

Les conséquences d'une éventuelle rupture de la cuve ne sont pas considérées dans la démonstration de sûreté d'un réacteur. En effet, aucune disposition raisonnable de limitation des conséquences de cette rupture ne pourrait être définie. De ce fait, la démonstration de sûreté prévoit des dispositions particulièrement exigeantes en matière de conception, de fabrication et de suivi en service visant à prévenir la rupture. Elle requiert aussi la réalisation de calculs mécaniques, en tenant compte de la dégradation de la résistance mécanique de l'acier due à l'irradiation et des défauts de fabrication redoutés ou identifiés, pour justifier de la capacité des cuves à résister aux différentes situations susceptibles de survenir.

Dans sa note, EDF mentionne des dispositions favorables d'exploitation qui pourraient être mises en œuvre, comme l'introduction dans des assemblages en périphérie du cœur de grappes en hafnium (pour limiter l'irradiation, et donc ses effets, sur les caractéristiques mécaniques du matériau de la cuve) et, pour les réacteurs qui présentent le moins de marge, le réchauffage de l'eau de refroidissement qui est injectée dans le circuit primaire en situation incidentelle ou accidentelle². Certaines de ces mesures sont déjà mises en œuvre sur des réacteurs de 900 MWe et ont permis la justification de la tenue de leur cuve jusqu'à 50 ans. Elles seraient à même, selon EDF, de permettre la justification de la poursuite de fonctionnement jusqu'à 60 ans avec les méthodes actuelles. À ce stade, l'ASN ne dispose pas des justifications associées.

L'ASN note qu'EDF prévoit des dispositions favorables d'exploitation qui pourraient être mises en œuvre pour justifier l'ensemble des cuves des réacteurs à être exploitées jusqu'à 60 ans. La démonstration, avec les méthodes actuelles, de leur caractère suffisant devra être apportée dans le cadre des réexamens périodiques.

Enceintes de confinement

En cas d'accident, des substances radioactives peuvent être relâchées et il convient d'assurer leur confinement afin de limiter les rejets radioactifs dans l'environnement, notamment grâce à l'enceinte en béton du bâtiment du réacteur, appelée enceinte de confinement.

Deux types d'enceinte existent sur les réacteurs actuellement en fonctionnement en France. Les enceintes des réacteurs de 900 MWe sont constituées d'une simple paroi, recouverte sur sa surface intérieure d'une peau métallique, dont la fonction est d'assurer l'étanchéité. Les enceintes des réacteurs de 1300 MWe et 1450 MWe sont constituées de deux parois : une paroi interne, principalement chargée d'assurer le confinement, et une paroi externe, qui sert également à apporter une protection contre les agressions externes. Les deux parois sont séparées par un espace, doté d'un système de ventilation qui participe au maintien du confinement.

L'étanchéité des enceintes est mesurée régulièrement en exploitation et, tous les dix ans, un test sous pression est réalisé lors de la visite décennale de chaque réacteur. Cette mise sous pression est associée à une mesure du taux de fuite ainsi qu'à des contrôles du comportement mécanique de l'enceinte (absence d'apparition de fissures par exemple). Les épreuves réalisées sur certaines enceintes à double paroi lors des premières visites décennales ont conduit à identifier des taux de fuite élevés, qui ont amené EDF à engager un programme ciblé de pose de revêtements d'étanchéité au niveau des faces intérieure et extérieure de la paroi interne des enceintes de certains réacteurs.

Les prochains tests sous pression permettront de statuer sur le comportement de ces revêtements d'étanchéité et de leur caractère suffisant jusqu'à 60 ans vis-à-vis du respect des critères d'étanchéité. Une remise en cause de cette solution technique pourrait conduire à des travaux d'ampleur, induisant des contraintes conséquentes sur la disponibilité des réacteurs concernés.

² En effet, les chocs thermiques dus à l'injection d'eau froide pour maintenir le refroidissement du combustible, dans les situations incidentelles ou accidentelles (qui résulteraient par exemple d'une brèche sur le circuit primaire) sont les situations les plus sévères pour la cuve d'un réacteur. Il est possible de réduire l'intensité de ces chocs thermiques en réchauffant l'eau de refroidissement.

3/ Prise en compte des conséquences du changement climatique

Les niveaux d'aléas naturels auxquels doivent pouvoir faire face les centrales nucléaires sont réévalués tous les dix ans dans le cadre des réexamens périodiques. Ces réévaluations conduisent EDF à renforcer la protection des centrales nucléaires. Le changement climatique modifie les aléas météorologiques susceptibles d'affecter le fonctionnement des équipements des centrales nucléaires : il est pris en compte dans le cadre des réexamens périodiques sur la base des évaluations du GIEC (scénario pessimiste).

Le changement climatique a également des conséquences sur l'environnement des centrales nucléaires. Il rend ainsi plus critiques les problématiques de prélèvement d'eau en surface et en nappe et de dilution des rejets d'effluents radioactifs, chimiques et thermiques dans le milieu naturel. Afin de maîtriser l'impact sur l'environnement, les conditions des prélèvements d'eau et des rejets d'effluents des installations sont encadrées par des décisions de l'ASN, propres à chaque centrale nucléaire.

Les perspectives d'une accélération des phénomènes liés au changement climatique supposent néanmoins d'aller plus loin en termes d'anticipation. La poursuite du fonctionnement des réacteurs nécessite ainsi de développer une vision à moyen et long terme des effets du changement climatique et une approche territorialisée au regard des effets cumulés potentiels liés à la présence de plusieurs sites nucléaires sur un même bassin versant, ainsi que des conditions associées aux multiples usages de la ressource en eau.

La modification de l'encadrement réglementaire ne peut constituer une réponse à elle seule. L'ASN rappelle que toute modification des limites de prélèvements d'eau en surface ou en nappe et des rejets des centrales nucléaires dans l'environnement doit être justifiée au travers d'une étude d'impact, fondée sur une actualisation des connaissances scientifiques des impacts sur le milieu naturel.

La prise en compte du changement climatique dans le cadre de la poursuite de fonctionnement nécessite un approfondissement des connaissances scientifiques de la part d'EDF, ainsi qu'une réflexion sur les évolutions technologiques des installations, dans le cadre d'une approche globale et de long terme.

4/ Modifications des conditions d'exploitation

Dans une perspective de poursuite de fonctionnement jusque 60 ans, voire au-delà, l'ASN estime qu'EDF devra intégrer, dans les études de justification, les changements qu'elle envisage d'apporter aux conditions d'exploitation de ses réacteurs ou qui pourraient résulter des évolutions du mix énergétique en France et en Europe.

EDF devra notamment prendre en compte dans ses études l'impact à long terme de l'augmentation de puissance thermique du réacteur qu'elle envisage de réaliser, ainsi que de l'augmentation du fonctionnement en suivi de charge, qui peuvent conduire à des vieillissements plus importants de certains composants des réacteurs.