



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

IRSN

INSTITUT DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

QUESTIONS TECHNIQUES DE LA SOCIÉTÉ CIVILE SUR LE 4ÈME RÉEXAMEN DES RÉACTEURS DE 900MWE

L'IRSN REND COMPTE DE LEUR PRISE EN
CONSIDÉRATION DANS SES TRAVAUX



L'EXPERT PUBLIC DES RISQUES NUCLEAIRES ET RADIOLOGIQUES

Expertiser, rechercher, protéger, anticiper, partager, telles sont les missions de l'IRSN au service des pouvoirs publics et de la population.

La singularité de l'Institut réside dans sa capacité à associer chercheurs et experts pour anticiper les questions à venir sur l'évolution et la maîtrise des risques nucléaires et radiologiques.

Les femmes et les hommes de l'IRSN ont à cœur de faire connaître leurs travaux et de partager leurs savoirs avec la société. Ils contribuent ainsi à améliorer l'accès à l'information et le dialogue avec les parties prenantes.

L'Institut concourt aux politiques publiques de sûreté et sécurité nucléaires, de santé, d'environnement et de gestion de crise.

Établissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC), sous la tutelle conjointe du ministre chargé de l'Environnement, du ministre de la Défense, et des ministres chargés de l'Énergie, de la Recherche et de la Santé, l'IRSN inscrit pleinement son action dans les politiques de modernisation de l'État avec sa démarche de management des risques et la mise en œuvre d'une politique globale en matière de responsabilité sociétale

L'INSTITUT
COMPTE
ENVIRON **1 770**
COLLABORATEURS

parmi lesquels
de nombreux
ingénieurs,
médecins,
agronomes,
vétérinaires,
techniciens,
experts
et chercheurs.

Pour mener à bien
ses missions,
l'IRSN dispose

**D'UN BUDGET
D'ENVIRON**

275 M€

INTRODUCTION / CONTEXTE

Dans le cadre du quatrième réexamen périodique de sûreté des réacteurs de 900 MWe, un dialogue technique continu s'est mis en place avec la société civile depuis 2014. Il a, dans un premier temps, conduit à des échanges réguliers entre les CLI, l'ANCCLI et des associations et l'IRSN, ainsi que l'ASN et EDF, sous la forme d'[un groupe de travail conduisant à cinq réunions](#), d'un [séminaire en 2016](#), puis de [trois réunions de dialogue technique](#). Il a ensuite été élargi à l'ensemble du public, en 2018, au travers de l'organisation d'une [concertation publique volontaire](#), par le HCTISN, avec l'ASN, l'IRSN, EDF et l'ANCCLI. A cette occasion, une plateforme a été mise en place, permettant le recueil des questions et la gestion des réponses, et des réunions et ateliers ont été organisés avec les commissions locales d'informations des huit centrales concernées (Bugey, Dampierre, Chinon, Cruas, Le Blayais, Gravelines, Saint-Laurent-des-Eaux, Tricastin), ainsi que des groupes miroirs d'étudiants.

Les objectifs de ces différents dispositifs étaient à la fois de favoriser le partage de connaissances et de compétences avec la société civile et les citoyens et de recueillir leurs attentes et préoccupations sur les sujets débattus.

Pour l'IRSN, ces différents temps de dialogue ont également permis d'échanger pendant la

réalisation de ses expertises techniques sur ce sujet, en amont des décisions, mais surtout de renforcer la robustesse de ses avis par l'apport de points de vue externes.

À cet égard, dans les avis publiés depuis 2019 concernant les sujets débattus sur ce réexamen, l'IRSN s'est efforcé de traiter et répondre à un certain nombre de questions posées lors de ces échanges. Par ailleurs, l'IRSN a émis un [avis de synthèse](#) des expertises qu'il a réalisées pour la phase générique du réexamen périodique associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs de 900 MWe. Ce document agrège les conclusions d'une [quarantaine d'avis](#) qui ont fortement mobilisé les experts de l'Institut ces trois dernières années.

L'objectif de ce rapport est de préciser comment l'IRSN a tenu compte des enseignements de ces échanges et de la concertation. À cet effet, il reprend les questions posées par thématique et précise les avis de l'IRSN et les supports pédagogiques qui y répondent (foire aux questions, vidéos ou avis commentés et illustrés), ainsi que les raisons pour lesquelles certaines questions n'ont pas pu être traitées dans le cadre de l'expertise du quatrième réexamen de sûreté des réacteurs 900 MWe.

SOMMAIRE

PROCESSUS DU REEXAMEN, DIALOGUE TECHNIQUE ET CONCERTATION	5
ÉTAT REEL DES REACTEURS.....	6
VERIFICATION DE LA CONFORMITE ET MAITRISE DU VIEILLISSEMENT DES REACTEURS.....	7
EXIGENCES DE SURETE DES REACTEURS DE 900 MWE	8
REEVALUATION DE SURETE : LES AGRESSIONS.....	9
— Agressions d’origine interne	9
— Agressions d’origine externe	9
— Agressions d’origine humaine.....	10
PISCINES D’ENTREPOSAGE DU COMBUSTIBLE	11
CUVES DES REACTEURS.....	12
ENCEINTES DE CONFINEMENT DES REACTEURS.....	13
FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS	14
ACCIDENTS GRAVES	15
ÉVALUATIONS COMPLEMENTAIRES DE SURETE POST-FUKUSHIMA.....	16
ÉTUDES PROBABILISTES DE SURETE (EPS).....	17
POURSUITE DE L’EXPLOITATION DES REACTEURS.....	18
TRAVAUX ASSOCIES AU REEXAMEN (REMISE EN CONFORMITE ET MODIFICATIONS VISANT A AMELIORER LA SURETE).....	19
IMPACTS SUR LES POPULATIONS ET L’ENVIRONNEMENT	20
ASPECTS ECONOMIQUES ET FINANCIERS	21
CONCLUSION.....	22

PROCESSUS DU REEXAMEN, DIALOGUE TECHNIQUE ET CONCERTATION

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

Au cours des différents échanges avec la société civile et le public, de nombreuses préoccupations générales sont apparues sur le processus de réexamen en lui-même, mais aussi sur les modalités de dialogue technique avec la société civile et de concertation.

Sur le premier point, il s'agit notamment d'un besoin de clarification de l'articulation entre la phase générique du réexamen et la phase spécifique à chaque réacteur, avec un point particulier concernant les réacteurs pour lesquels la visite décennale a lieu avant la prise de position générique de l'ASN.

Le point concernant le dialogue et la concertation rejoint en grande partie ce qu'ont noté les garantes dans leur bilan de la concertation, à savoir des réflexions et interrogations sur l'objet et le périmètre de la concertation, sur ses modalités et sa sincérité. De plus, concernant plus spécifiquement les acteurs du nucléaire, elles ont relevé des exigences et questions relatives à la gouvernance et aux moyens humains pour ce réexamen.

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Pour répondre aux différentes questions posées lors des échanges :

- Calendrier du réexamen, des positions de l'ASN et du processus de participation du public : les différents temps de dialogue et de concertation ont permis de préciser ces points ; voir en particulier les présentations de l'ASN dans le cadre du dialogue technique (voir la [page sur le dialogue technique 2017-2018](#)), le [calendrier sur le site de la concertation](#) sur le site de la concertation et les [travaux du HCTISN ayant conduit à la concertation](#) ;
- Suivi et respect des engagements d'EDF et des prescriptions de l'ASN : ce point est suivi par l'ASN, avec l'appui de l'IRSN ;
- Périmètre et modalités du dialogue technique et de la concertation : les dialogues et la concertation concernaient les aspects sûreté du réexamen, cependant d'autres sujets (comme les facteurs organisationnels et humains, la capacité industrielle d'EDF et de ses sous-traitants et fournisseurs à réaliser l'ensemble des modifications prévues pour le 4^{ème} réexamen périodique sur tous les réacteurs de 900 MWe...) sont ressortis de ces échanges et alimentent les réflexions de l'IRSN (même si cela n'est pas toujours directement intégré aux expertises dédiées au réexamen de sûreté) ;
- Accès à l'information : les dialogues techniques et la concertation ont été l'occasion de mettre à disposition de nombreuses informations sur le réexamen en cours (voir les pages sur [le dialogue technique 2017-2018](#), sur le [séminaire de 2016](#), sur le [groupe de travail 2014-2016](#), ainsi que [la documentation sur le site de la concertation](#)) ; par ailleurs, l'IRSN publie ses avis relatifs [au 4^{ème} réexamen des réacteurs 900MWe](#) ;
- Suites données au dialogue technique et à la concertation, notamment la prise en compte des avis exprimés par la société civile : c'est l'objet de cette note ;
- Rôle et indépendance de l'ASN et de l'IRSN : concernant l'IRSN, l'Institut s'appuie sur un effort continu d'étude et de recherche pour développer sa compétence scientifique et technique, ainsi que sa capacité à produire des études et des avis en toute indépendance en s'affranchissant des conflits d'intérêt (selon sa [charte d'éthique et de déontologie](#)). De plus, l'IRSN met en œuvre une [démarche d'ouverture à la société](#) visant à assurer la transparence de ses travaux (les avis remis à l'ASN sont notamment publiés sur [son site internet](#)), mais surtout à améliorer l'évaluation des risques par un dialogue renforcé avec la société civile.
- Implication des CLI dans les visites décennales : les échanges depuis 2014 avec les CLI et l'ANCCLI ont permis de les impliquer dès l'amont du processus de réexamen lié aux 4^{èmes} visites décennales.

ÉTAT REEL DES REACTEURS

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

Lors des échanges avec la société civile et le public, il a souvent été souligné le besoin de « *trouver dans les documents un état des lieux des réacteurs de 900 MW ainsi qu'un bilan des incidents relevés* » et de « *réaliser un état des lieux précis de chaque réacteur avant d'envisager tout prolongement* » (cf. [bilan des garanties](#)).

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

L'état réel de l'installation est une donnée importante prise en compte pour l'évaluation de sûreté des installations, quelles que soient les études considérées. En effet, les résultats des études et les marges de sûreté associées sont établis avec comme hypothèse une installation conforme à son référentiel. Il est donc primordial que les installations soient en état conforme afin de garantir les marges disponibles.

Une partie de la foire aux questions (FAQ) de l'IRSN est consacrée à cet aspect (voir [page 22 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#)), afin de répondre aux questions posées lors des échanges et rappelées ci-dessous :

- Incertitudes entre l'état théorique et l'état réel des réacteurs ;
- Marges entre les exigences de sûreté et l'état des réacteurs ;
- Impact sur les scénarios d'accidents.

Pour compléter la FAQ, c'est bien l'objectif de l'examen de conformité, réalisé au cours de la visite décennale pour chaque réacteur, de vérifier l'état réel de l'installation (voir la thématique suivante et l'avis [IRSN n°2019-00048 du 6 mars 2019](#)).

VERIFICATION DE LA CONFORMITE ET MAITRISE DU VIEILLISSEMENT DES REACTEURS

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

Au début de la concertation (entre octobre et novembre 2018), les internautes ont choisi parmi 12 thèmes ceux qui leur paraissaient prioritaires : c'est le thème « examiner, contrôler la conformité de chaque installation et traiter les écarts » qui est arrivé en tête des priorités. Cette préoccupation rejoint celle soulevée par les participants aux dialogues techniques qui ont précédé la concertation, avec une journée de dialogue dédiée à [la conformité et au vieillissement en novembre 2017](#). Certains avaient d'ailleurs fait part de leurs doutes quant à la faculté à détecter et traiter des écarts de conformité lors des réexamens successifs.

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Les questions relatives aux équipements non remplaçables (cuve, enceinte) sont traitées dans des paragraphes spécifiques.

La conformité des installations est un élément essentiel pour l'exploitation des centrales nucléaires. Obtenir une installation ne présentant aucune anomalie, à tout moment, est un objectif difficile à atteindre pour toute installation industrielle en exploitation. Pour autant, le haut niveau de sûreté attendu dans l'exploitation d'un réacteur nucléaire dépend en partie de la robustesse de l'organisation que l'exploitant met en place afin de garantir à tout moment la conformité de la totalité des fonctions et des systèmes, structures et composants valorisés dans la démonstration de sûreté nucléaire.

Obtenir la conformité nécessite également une bonne maîtrise des risques associés au vieillissement des installations, et tout particulièrement dans le cadre de l'extension de durée de fonctionnement des réacteurs où des actions spécifiques pourront être engagées.

Pour répondre aux différentes questions posées lors des échanges :

- [Deux vidéos](#) ont été réalisées sous la forme d'un dialogue entre l'ANCCLI et l'IRSN pour expliquer l'avis de l'IRSN sur la conformité et répondre à certaines questions émanant des dialogues et de la concertation ;
- Référentiel de vérification de la conformité : la réponse se trouve en [page 15 de la FAQ](#) ou [directement sur le site internet](#) ;
- Dispositions d'exploitation visant à garantir la conformité : ce sujet est traité dans l'[avis IRSN/2019-00048 du 6 mars 2019](#) en répondant explicitement à ces questions ;
- Efficacité de l'Examen de conformité des tranches (ECOT), besoin de contrôles de l'ensemble des systèmes, structures et composants (SSC) et d'examens complémentaires : ce sujet est traité dans l'[avis IRSN/2019-00048 du 6 mars 2019](#) en répondant explicitement à ces questions ;
- Exigences associées aux réacteurs de 900 MWe pour ces contrôles et examens complémentaires : ce sujet est traité dans l'[avis IRSN/2019-00048 du 6 mars 2019](#) en répondant explicitement à ces questions ;
- Processus de maîtrise du vieillissement et Dossiers d'aptitude à la poursuite d'exploitation (DAPE) : ce sujet est traité dans l'[avis IRSN/2018-00043 du 23 février 2018](#) ;
- Réalisation des contrôles : les réponses se trouvent en [pages 15 à 17 de la FAQ](#) ou [directement sur le site internet](#) ;
- Réalisation de contrôles spécifiques pour les réacteurs de 900 MWe : ce sujet est traité dans l'[avis IRSN/2019-00048 du 6 mars 2019](#) ainsi que dans l'[avis IRSN/2020-00049 du 27 mars 2020](#) sur les essais particuliers pour ce réexamen ;
- Cas des éléments non visibles, non accessibles ou non remplaçables : une réponse a été apportée en [page 17 de la FAQ](#) ou [directement sur le site internet](#) ; ce sujet est traité dans l'[avis IRSN/2019-00048 du 6 mars 2019](#) ;
- Prise en compte du retour d'expérience en termes de vieillissement de réacteurs plus anciens au niveau international : la réponse se trouve en [page 18 de la FAQ](#) ou [directement sur le site internet](#) ;
- Prise en compte du retour d'expérience concernant les irrégularités constatées lors de la fabrication de générateurs de vapeurs par Creusot Forge ou Japan Casting and Forging Corporation (JCFC) : l'analyse de la tenue à la rupture brutale des générateurs de vapeur impactés se poursuit, avec notamment l'[avis IRSN/2019-00211 du 20 septembre 2019](#) et l'[avis IRSN/2021-00039 du 5 mars 2021](#). Par ailleurs, l'IRSN a évalué la nouvelle organisation e l'usine Creusot Forge et son efficacité, dans l'[avis IRSN/2020-00116 du 17 juillet 2020](#).

EXIGENCES DE SURETE DES REACTEURS DE 900 MWE

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

Depuis le début des échanges avec la société civile et le public, la volonté de « tendre vers le niveau de sûreté de l'EPR » est l'objet de nombreuses interrogations. L'ANCCLI souligne dans sa [note de position de février 2016](#) « l'ampleur du défi consistant à amener le parc actuel au niveau de sûreté exigé pour de nouvelles installations, compte tenu de l'écart entre leur conception et celle des nouveaux réacteurs ». De même, les garantes de la concertation précisent dans leur [bilan](#) : « la pertinence de se prévaloir d'une exigence de sûreté du niveau de l'EPR troisième génération de Flamanville alors même que celui-ci présente difficultés techniques, retard et surcoût financier. Ce référentiel EPR est-il adapté, au regard de l'état actuel de la science et de la technique ? D'ailleurs, ont relevé plusieurs contributeurs, peut-on réellement mettre en compatibilité avec la technologie de référence de l'EPR des centrales conçues 40 ans plus tôt ? »

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Le renfort des exigences de sûreté des réacteurs du palier 900 MWe est un point essentiel pour garantir le meilleur niveau possible de protection des populations et des territoires vis-à-vis des risques d'accident, en tenant compte de l'évolution des connaissances. Dans le cadre de l'extension de durée de fonctionnement, l'ASN a défini comme objectif vers lequel il fallait tendre le référentiel de sûreté défini pour les réacteurs de troisième génération, en particulier le réacteur EPR de Flamanville. Il a ensuite été complété par les exigences issues des évaluations complémentaires de sûreté provenant des leçons tirées de l'accident de Fukushima-Daïchi.

Pour répondre aux différentes questions posées lors des échanges :

- Rapprochement des exigences de sûreté des réacteurs de 900 MWe des exigences de sûreté de l'EPR et limites à ce rapprochement : les réponses se trouvent [en pages 5 et 6 de la FAQ](#) ou directement [sur la FAQ en ligne](#) et dans l'[avis IRSN/2018-00217 du 30 juillet 2018](#) ;
- Suivi de l'augmentation des exigences de sûreté des réacteurs de 900 MWe : la réponse se trouve [en pages 5 et 6 de la FAQ](#) ou directement [sur la FAQ en ligne](#) ; des précisions sur les exigences relatives aux études d'incidents et d'accidents sont également apportées dans l'[avis IRSN/2019-00245 du 25 octobre 2019](#) ;
- Lien avec les évaluations complémentaires de sûreté post-Fukushima : des réponses se trouvent dans l'[avis IRSN/2019-00042](#) (en page 3), ainsi que dans l'[avis IRSN/2021-00001 du 7 janvier 2021](#) sur les situations couvertes à « Fukushima + 10 ans » ;
- Lien avec le 3^{ème} réexamen périodique de sûreté des réacteurs de 1300 MWe : les réponses se trouvent dans l'[avis IRSN/2015-00098 du 25 mars 2015](#) ;
- Impact de l'utilisation du combustible nucléaire MOX dans les réacteurs de 900 MWe : la réponse se trouve dans l'[avis IRSN/2019-00002 du 11 janvier 2019](#) ;
- Évolution des marges en lien avec la conformité, le vieillissement et l'amélioration de la protection contre les agressions et les accidents : les réponses se trouvent dans les avis concernant le vieillissement de la cuve des réacteurs - [avis IRSN/2018-00295 du 8 novembre 2018](#), [avis IRSN/2019-00221 du 2 octobre 2019](#) et [avis commenté IRSN 2020-00099 du 26 juin 2020](#) -, ainsi que dans les avis concernant la conformité – [avis IRSN/2019-00048 du 6 mars 2019](#) - les études d'accident - [avis IRSN/2019-00002 du 11 janvier 2019](#) – et les études relatives aux agressions internes et externes - [avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#).

REEVALUATION DE SURETE : LES AGRESSIONS

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

Comme évoqué par les garantes dans leur [bilan de la concertation](#), « la réévaluation de la sûreté des installations, en particulier ce qui concerne la maîtrise du confinement et de la radioactivité, [est] perçue comme un progrès. Les mesures de réévaluation de la sûreté ont été régulièrement jugées pertinentes par le public, en particulier le diesel d'ultime secours, les moyens de refroidissement du combustible, le récupérateur de corium, la modernisation du contrôle commande, l'intervention de la FARN. » Elles notent également « la nécessaire valorisation du retour d'expérience post-Fukushima avec les questions de l'approvisionnement en eau et en électricité, le cumul d'agressions externes », mais aussi « la nécessité de renforcer l'analyse sur le risque d'explosion d'hydrogène, le risque d'incendie », ainsi que « la nécessité de prendre en compte des nouveaux risques : le terrorisme (chute de gros avion, actes de malveillance, attaques par drone), le changement climatique (risques inondation, montée des eaux, amplitude thermique, séisme...), le piratage informatique ». Ces préoccupations rejoignent celles soulevées par les participants aux échanges qui ont précédé la concertation, notamment le [séminaire des 3 et 4 octobre 2016](#) et la journée [du 11 juin 2018](#) dédiée aux agressions internes et externes.

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Dans le cadre du réexamen périodique associé à la quatrième visite décennale des réacteurs du palier 900 MWe ainsi que dans celui de l'extension de durée de fonctionnement, le renforcement de la robustesse des réacteurs pour ce qui concerne les agressions d'origine interne et externe figure parmi les objectifs retenus par EDF. Ces objectifs visent à se rapprocher de ceux applicables aux nouveaux réacteurs (EPR) et tiennent compte du retour d'expérience acquis sur le parc électronucléaire français et électronucléaire, et plus généralement, de l'évolution des connaissances et des pratiques.

Agressions d'origine interne

Pour répondre aux différentes questions posées lors des échanges : les questions sont principalement dans l'[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) sur les agressions ; plus précisément :

- Risque d'explosion d'hydrogène (bâtiment réacteur) : les réponses sont mentionnées explicitement dans l'[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (page 13) et l'[avis IRSN/2020-00089 du 9 juin 2020](#) spécifique à la thématique explosion interne ;
- Risque de chute de charge, notamment d'un batardeau dans les piscines : les réponses sont mentionnées explicitement dans l'[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (pages 13 et 14) ;
- Risque d'incendie : les réponses se trouvent dans l'[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (pages 12 et 13) et l'[avis IRSN/2020-00072 du 14 mai 2020](#) spécifique à la thématique incendie ;
- Cumul d'agressions : quelle que soit leur nature, les conséquences déterministes induites par une agression sont prises en compte, en tenant compte en plus d'un aggravant (voir page 4 de l'[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#)). En ce qui concerne les cumuls d'agressions indépendantes, les cumuls plausibles sont considérés. Les cumuls non vraisemblables d'agressions sans relation de cause à effet sont considérés comme faisant partie du risque résiduel.

Agressions d'origine externe

Pour répondre aux différentes questions posées lors des échanges : les questions sont principalement dans l'[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) sur les agressions ; plus précisément :

- Cohérence entre les objectifs retenus pour l'EPR et pour les réacteurs de 900 MWe en termes de conséquences des agressions et différences entre les solutions retenues : la réponse se trouve explicitement dans l'[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (pages 4 et 5) ;
- Perte de l'alimentation électrique externe : la réponse se trouve [en page 4 de la FAQ](#) ou directement [sur la FAQ en ligne](#) ;
- Risques de chute d'aéronef : les réponses sont mentionnées explicitement dans l'[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (pages 10 et 11) ;

- Risques liés à l’environnement industriel : la réponse se trouve dans l’[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (page 11) ;
- Risques liés au séisme : les réponses concernant les agressions sismiques sont dans les [avis IRSN/2015-000421 du 22 décembre 2015](#) et [avis IRSN/2019-00133 du 19 juin 2019](#) ; celles concernant les mouvements sismiques à prendre en compte pour Chinon sont dans l’[avis IRSN/2020-00118 du 20 juillet 2020](#) ; suite au séisme du Teil du 11 novembre 2019, les mouvements sismiques à prendre en compte pour les sites de Cruas et Tricastin ont fait l’objet de l’[avis IRSN/2021-00084 du 20 mai 2021](#) ;
- Risques liés aux grands chauds et aux grands froids : les réponses se trouvent en [pages 38 et 39 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#), dans les [avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (pages 7 à 9) et [avis commenté IRSN 2020-00010 du 23 janvier 2020](#) sur le retour d’expérience de la canicule de l’été 2019 ;
- Risques d’inondation d’origine externe : les réponses sont mentionnées explicitement dans l’[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) sur (pages 5 et 6) ;
- Prise en compte du REX de l’inondation du Blayais en 1999 : ce retour d’expérience est pris en compte dans le cadre de l’[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (pages 5 et 6 sur les inondations externes) ;
- Tenue des digues du Blayais, du Tricastin et de Fessenheim : la stabilité au séisme de la digue du canal de Donzère Mondragon est expertisée dans les [avis IRSN/2017-00371 du 29 novembre 2017](#), [avis IRSN/2017-00380 du 4 décembre 2017](#) et [avis commenté IRSN/2021-00124 du 7 juillet 2021](#) ;
- Conséquences de l’isolement d’un site en cas d’inondation : la réponse est mentionnée explicitement dans l’[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (page 6) ;
- Risques liés à l’élévation du niveau de la mer : les réponses se trouvent en [pages 37 et 40 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#) et dans l’[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (page 6) ;
- Risques de tsunami pour les sites de bord de mer : la réponse est mentionnée explicitement dans l’[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (page 6) ;
- Risques d’ensablement ou d’envasement des prises d’eau à Gravelines : les réponses sont mentionnées explicitement dans l’[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (pages 9 et 10 sur les agresseurs de la source froide) ;
- Risques liés au vent et à la neige : la réponse se trouve dans l’[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (page 3 sur les niveaux d’agressions préconisés par WENRA, page 6 sur les grands vents) ;
- Risques de tempête solaire : la réponse se trouve dans l’[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (page 7 sur la foudre et les interférences électromagnétiques externes) ;
- Impact du changement climatique : les réponses se trouvent dans les notes d’information [du 27 juin 2019](#) et [du 31 juillet 2020](#), en [pages 37 à 40 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#), dans l’[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (notamment page 12 sur la veille climatique) et l’[avis IRSN/2020-00010 du 23 janvier 2020](#) sur le retour d’expérience de la canicule de l’été 2019 ;
- Risques liés aux éruptions volcaniques majeures : compte tenu du risque considéré comme très modéré à proximité des réacteurs en France, ce point n’a pas fait l’objet d’expertises particulières ;
- Cumul d’agressions : le principe de prise en compte, ou pas, des cumuls d’agression a été précisé ci-dessus dans le paragraphe sur les agressions d’origine interne. En ce qui concerne les agressions d’origine externe, des exemples de cumuls plausibles pris en compte sont abordés dans l’[avis IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) (notamment page 7 sur les cumuls de la foudre avec une pluie de forte intensité, un incendie ou une explosion).

— Agressions d’origine humaine

Le sujet de la sécurité des installations a régulièrement été soulevé par la société civile et le public lors des différents échanges. Les garantes ont ainsi noté dans leur bilan que ce « *sujet demeuré sans réels éléments de réponse est revenu régulièrement* » en soulignant la « *nécessité de prendre en compte des nouveaux risques : le terrorisme (chute de gros avion, actes de malveillance, attaques par drone), [...] le piratage informatique* » (cf. [bilan des garantes](#)). Par ailleurs, lors des échanges avec les CLI et l’ANCCLI, la question de l’articulation entre la sécurité et la sûreté a été posée à plusieurs reprises.

Ce sujet ne fait pas partie du périmètre d’expertise relatif au 4^{ème} réexamen de sûreté des réacteurs 900 pour le compte de l’ASN.

En la matière, l'IRSN apporte un appui technique au Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) du ministère de la Transition écologique pour ce qui concerne la sécurité nucléaire. A ce titre, il expertise les études produites par les exploitants en vérifiant la prise en compte des menaces, des cibles à protéger et de leur vulnérabilité. Un réexamen de la sécurité des réacteurs CPY sera ainsi prochainement conduit.

L'IRSN mène par ailleurs depuis 2006 des campagnes d'essais sur les ondes de souffle ainsi que sur les explosions en milieu semi-confiné et leurs effets sur les structures. L'Institut continue à développer ces compétences, en particulier dans le cadre d'un partenariat avec l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis.

Enfin, l'IRSN dispose d'un bureau d'étude cybersécurité et systèmes de protection ayant pour mission l'évaluation technique de la sécurité des systèmes utilisés par les opérateurs nucléaires. Il effectue dans ce cadre des études, tests et inspections, pour le compte du HFDS, de leurs systèmes de protection ou de contrôle-commande.

PISCINES D'ENTREPOSAGE DU COMBUSTIBLE

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

Le sujet des piscines d'entreposage du combustible des réacteurs est régulièrement apparu au cours des échanges. Il a notamment été soulevé par l'ANCCLI dans sa [note de position de février 2016](#) en insistant sur « *la nécessité d'améliorer la sûreté des piscines existantes et d'examiner la sûreté des piscines au regard des exigences qui seraient applicables à de nouvelles installations, en appliquant la même démarche que pour la partie réacteur* ». Ce sujet a notamment été abordé lors du [séminaire des 3 et 4 octobre 2016](#) et de la journée [du 11 juin 2018](#). Les garantes expliquent que « *le référentiel EPR inclut la bunkérisation des bâtiments des piscines. Dans ce contexte, la question qui est souvent revenue est : pourquoi ne pas l'appliquer aux réacteurs de 900 MW alors que l'intégrité des piscines est un enjeu majeur ?* » dans leur [bilan de la concertation](#) et l'ont noté comme un « *point de vigilance* ».

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Dans le cadre du réexamen périodique associé à la quatrième visite décennale des réacteurs du palier 900 MWe ainsi que dans celui de l'extension de durée de fonctionnement, l'objectif visé pour la piscine d'entreposage du combustible usé est « l'élimination pratique » du risque de fusion du combustible dans le bâtiment combustible.

La plupart des réponses aux questions posées lors des échanges, à savoir sur la conception, la protection vis-à-vis des agressions d'origine externe, la rupture du tube de transfert et la limitation de la densité des combustibles en piscine, se trouvent en [pages 31 et 32 de la FAQ](#) ou [directement sur FAQ en ligne](#), ainsi que dans l'[avis IRSN/2019-00294 du 20 décembre 2019](#) qui y répond explicitement. En complément, concernant :

- La protection vis-à-vis de la chute d'aéronef : l'IRSN a mené une expertise sur ce thème. Il s'agissait de traiter les réponses à la demande de l'Autorité de sûreté dans le cadre des orientations génériques du réexamen périodique associé aux quatrième visites décennales des réacteurs de 900 MWe d'EDF qui était : « *L'ASN vous demande, pour mi-2017, de démontrer l'élimination pratique du risque de fusion des assemblages de combustible entreposés dans les piscines du bâtiment combustible vis-à-vis du risque de chute d'aéronefs de l'aviation générale, sans écarter ces situations sur la seule base d'une considération probabiliste* ». Toutefois, ce dossier étant classifié, l'avis ne peut pas être publié ;
- La durée d'intervention avant dénoyage des piscines : la réponse se trouve dans l'[avis IRSN/2019-00294 du 20 décembre 2019](#) sur la sûreté de l'entreposage et de la manutention du combustible des réacteurs 900 MWe ;
- Accidents graves : les questions relatives au risque de fusion du combustible en piscine d'entreposage sont abordées dans l'[avis IRSN/2019-00294 du 20 décembre 2019](#) mentionné ci-dessus, ainsi que dans l'[avis IRSN/2019-00142 du 26 juin 2019](#), relatif aux études probabilistes de sûreté.

CUVES DES REACTEURS

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

La maîtrise du vieillissement des cuves des réacteurs a été le [premier sujet de discussion approfondi avec l'ANCCLI en 2014](#). Ainsi, comme le soulignent les garantes dans [leur bilan de la concertation](#), « la qualité d'acier des cuves [...] a] également donné lieu à de nombreuses questions ». Elles concernent à la fois la connaissance sur la conception, la fabrication, les contrôles et entretien réalisés, mais aussi des questions sur le vieillissement, la tenue à l'irradiation (représentativité des études, surveillance), le risque de percement, ainsi que la démarche adoptée pour la poursuite d'exploitation.

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

La cuve du réacteur est un composant non remplaçable contenant le cœur du réacteur. Elle participe au confinement des éléments radioactifs. Dans le cadre de l'extension de durée de fonctionnement, l'exploitant doit démontrer son aptitude à la poursuite d'exploitation au-delà de 40 ans d'exploitation, et plus précisément au moins jusqu'à 10 ans après la 4^{ème} visite décennale.

Pour répondre aux différentes questions posées lors des échanges :

- Les réponses se trouvent principalement dans les trois avis : [avis IRSN/2018-00295 du 8 novembre 2018](#), [avis IRSN/2019-00221 du 2 octobre 2019](#) et [avis commenté IRSN/2020-00099 du 26 juin 2020](#) ;
- Concernant la conception et la fabrication : les réponses se trouvent dans le [dossier « conception et fabrication des cuves » de la base de connaissances](#) du site de l'IRSN ;
- Concernant les défauts : les réponses se trouvent dans le [dossier « détection des défauts sur les cuves » de la base de connaissances](#) du site de l'IRSN ;
- Concernant les contrôles : les réponses se trouvent dans le [dossier « les contrôles non destructifs réalisés sur les cuves au titre du suivi en exploitation » de la base de connaissances](#) du site de l'IRSN ;
- La démarche pour démontrer l'aptitude des cuves à la poursuite d'exploitation au-delà de 40 ans est précisée en [pages 26 à 30 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#).

Enfin, le sujet de la poursuite d'exploitation des cuves des réacteurs de 900 MWe a fait l'objet d'une [journée d'échanges organisée par l'ANCCLI, l'ASN et l'IRSN le 22 juin 2021](#), afin d'explicitier les éléments du dossier d'EDF, les expertises réalisées, de préciser les conclusions tirées et de répondre aux questions recueillies.

ENCEINTES DE CONFINEMENT DES REACTEURS

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

La maîtrise des enceintes de confinement des réacteurs a été le [deuxième sujet de discussion approfondi avec l'ANCCLI en 2015](#). Ainsi, comme le soulignent les garantes dans leur bilan de la concertation, « *le vieillissement du béton, l'étanchéité de l'enceinte de confinement ont également donné lieu à de nombreuses questions* ».

REponses DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

L'enceinte de confinement est une des trois barrières de confinement des produits radioactifs contenus dans le cœur du réacteur. C'est un composant non remplaçable. Compte tenu de son rôle fondamental pour la sûreté, sa conformité aux exigences de sûreté qui lui sont associées (en termes de taux de fuite maximal notamment) doit être acquise dans le cadre de l'extension de durée de fonctionnement.

Pour répondre aux différentes questions posées lors des échanges :

- Épreuve des enceintes et taux de fuite acceptable : la réponse se trouve [en page 19 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#) ;
- Vieillissement des enceintes, notamment de la peau métallique, des traversées d'enceinte et des bétons (en particulier en bord de mer) : les réponses se trouvent dans l'[avis/2018-00043 du 23 février 2018](#) sur la maîtrise du vieillissement (en page 5 est traitée l'aptitude au fonctionnement et la surveillance de l'enceinte de confinement et les pathologies du béton) et l'[avis IRSN/2019-00293 du 20 décembre 2019](#) sur le confinement des réacteurs traitant notamment du comportement mécanique et de l'étanchéité de l'enceinte, ainsi que sa surveillance en exploitation (pages 2 à 6) ;
- Prise en compte du défaut d'étanchéité de la peau métallique de l'enceinte de confinement survenu sur Bugey 5 : les réponses se trouvent en [page 20 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#), ainsi que dans l'[avis IRSN/2017-00061 du 16 février 2017](#) et l'[avis IRSN/2017-00098 du 21 mars 2017](#).

FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

Dans leur [bilan de la concertation](#), les garantes notent : « *les facteurs organisationnels et humains qui pèsent sur le fonctionnement des centrales ont été des questions régulièrement abordées : des questions jugées cruciales en matière de transmission des compétences, suivi de la maintenance, formation continue des personnels d'EDF mais aussi des sous-traitants, des prestataires (comment sont-ils choisis, peuvent-ils avoir la même motivation que des personnels permanents, comment les compétences sont-elles transmises ?)* » et que « *la prise en compte du facteur humain* » est un « *point de vigilance* ». Ces questions rejoignent celles soulevées lors des échanges précédents, notamment dans la [note de position de l'ANCCLI de février 2016](#) et lors des échanges du [séminaire des 3 et 4 octobre 2016](#).

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Les questions humaines sont essentielles dans un programme d'aussi grande ampleur que le programme d'extension de durée d'exploitation des réacteurs de 900 MWe entrepris par EDF. Le volume important de modifications attendues sur les réacteurs à l'occasion de leur réexamen VD4-900 et leur cumul introduisent des changements significatifs pour les hommes et les organisations en place sur les sites nucléaires. Dès lors, la prise en compte des aspects socio-organisationnels et humains (SOH), dès la phase stratégique du projet VD4-900 puis tout au long de son déroulement, constitue un enjeu primordial pour la sûreté.

La variété des sujets en question ne permet pas à l'IRSN de les traiter de manière exhaustive, en tout cas pas pendant la phase générique d'expertise associée à un seul réexamen. L'IRSN développe un programme d'études dans ce domaine qui dépasse le cadre du 4^{ème} réexamen des réacteurs 900 et qui vise à traiter les sujets à enjeu de sûreté par ordre de priorité.

Les sujets suivants, sur lesquels ont portées des questions posées lors des échanges, ont fait l'objet de travaux de l'IRSN à l'occasion du RP4 900 ou avant :

- Surveillance des entreprises sous-traitantes (incluant la répartition des opérations internalisées et externalisées, et les conséquences, ainsi que les conditions de travail, compétences et formation du personnel des entreprises sous-traitantes) : l'expertise réalisée par l'IRSN sur cet aspect est résumée dans la [synthèse du rapport IRSN](#) sur la maîtrise des activités sous-traitées par EDF dans les REP en exploitation, présenté au Groupe permanent d'experts le 11 février 2015 ;
- Management de l'activité et des entreprises : l'expertise réalisée par l'IRSN sur cet aspect est résumée dans la [synthèse du rapport IRSN](#) sur le management de la sûreté et de la radioprotection en arrêt de tranche, présenté au Groupe permanent d'experts le 13 juin 2013 ;
- Interventions humaines pour gérer une situation accidentelle : les expertises réalisées par l'IRSN sur ce sujet se trouvent dans l'[avis IRSN 2016-00393 du 16 décembre 2016](#) sur la méthode de dimensionnement des effectifs déclinée par EDF pour gérer les situations extrêmes et l'[avis IRSN 2018-00178 du 29 juin 2018](#) sur les dispositions de formation et de préparation aux situations extrêmes stressantes ;
- Intégration des questions humaines dans le programme de modification : la réponse est explicitement mentionnée en conclusion de l'[avis IRSN 2019-00083 du 17 avril 2019](#) sur l'organisation d'EDF pour la conception, la réalisation et l'exploitation des modifications.

Comme indiqué ci-dessus, ces sujets n'épuisent pas la liste des questions posées qui portaient aussi sur :

- La prise en compte de la dimension sociale ;
- Les compétences et la formation du personnel d'EDF ;
- La robotisation, les interfaces homme-machine, l'ergonomie des équipements.

Les travaux de l'IRSN sur les FOH se poursuivent, notamment dans le cadre du 4^{ème} réexamen des réacteurs 1300 et de l'analyse du retour d'expérience événementiel du parc nucléaire en général. L'[avis IRSN/2020-00198 du 11 décembre 2020](#) traite, entre autres, de certaines de ces questions pour ce qui concerne le cas d'un composant particulièrement important pour la sûreté (souples de sûreté et leurs armoires de pilotage).

ACCIDENTS GRAVES

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

Dès le début des échanges avec l'ANCCLI en 2014, la possibilité de mettre en place un récupérateur de corium comme dans l'EPR alors que celui-ci « n'a pas fait ses preuves » suscite de nombreuses interrogations pour certains, même si cette mesure a « été régulièrement jugée pertinente par le public » lors de la concertation (cf. [bilan des garanties](#)). Ce sujet a d'ailleurs fait l'objet d'une [journée de dialogue technique le 26 juin 2018](#).

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Dans le cadre de l'extension de durée de fonctionnement, l'objectif est de viser les objectifs de sûreté applicables aux nouveaux réacteurs. Les réacteurs de nouvelle génération prennent en compte les accidents avec fusion du cœur dès leur conception ; les accidents graves maîtrisés ne doivent ainsi conduire qu'à des mesures de protection des populations très limitées en termes d'étendue et de durée.

Pour répondre aux différentes questions posées lors des échanges, l'IRSN a réalisé [deux vidéos](#) pour expliquer les solutions envisagées par EDF et l'analyse que l'IRSN en a faite. Plus précisément, concernant :

- L'élimination du risque d'accident majeur : les réponses se trouvent [en page 33 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#) et dans l'[avis IRSN/2016-00211 du 22 juin 2016](#) sur la maîtrise des accidents graves ;
- Prise en compte de l'ensemble des réacteurs d'un site pour la conduite en cas d'accident grave (REX de l'accident de Fukushima) : la réponse se trouve [en page 33 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#).
- Refroidissement du corium et efficacité du récupérateur de corium : les réponses se trouvent [en page 36 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#) et dans l'[avis IRSN/2019-00051 du 13 mars 2019](#) sur la maîtrise des accidents graves après le déploiement des modifications post-Fukushima et l'[avis IRSN/2020-00083 du 29 mai 2020](#) relatif à la limitation et à la prévention des accidents graves ;
- Ouverture et dépressurisation de l'enceinte de confinement en cas d'accident : les réponses se trouvent dans l'[avis IRSN/2016-00211 du 22 juin 2016](#) sur la maîtrise des accidents graves ;
- Dispositif U5 : tenue au séisme, tenue au risque d'explosion d'hydrogène, efficacité à retenir les rejets radioactifs, notamment les rejets en iode : les réponses se trouvent [en page 34 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#) et dans l'[avis IRSN/2016-00211 du 22 juin 2016](#) sur la maîtrise des accidents graves ;
- Efficacité des recombineurs d'hydrogène et risque d'explosion d'hydrogène en cas d'interaction corium / béton : les réponses se trouvent [en pages 34 et 35 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#) et explicitement dans l'[avis IRSN/2019-00051 du 13 mars 2019](#) sur la maîtrise des accidents graves après le déploiement des modifications post-Fukushima ;
- Risque d'explosion de vapeur lors du renoyage du corium : les réponses se trouvent [en page 35 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#) et dans l'[avis IRSN/2016-00211 du 22 juin 2016](#) sur la maîtrise des accidents graves ;
- Différences entre les améliorations retenues pour les réacteurs de 900 MWe et les dispositions retenues pour l'EPR vis-à-vis de la maîtrise des accidents graves : la réponse est explicitement mentionnée dans l'[avis IRSN/2019-00051 du 13 mars 2019](#) sur la maîtrise des accidents graves après le déploiement des modifications post-Fukushima (en page 8) ;
- Choix des scénarios d'accidents : pour définir des mesures de limitation des conséquences d'un accident avec fusion du cœur, la fusion est postulée de manière « déterministe ». Les mesures de limitation des conséquences, faisant l'objet des points ci-dessus, sont relativement indépendantes du scénario ayant conduit à la fusion du cœur.

ÉVALUATIONS COMPLÉMENTAIRES DE SÛRETÉ POST-FUKUSHIMA

POINTS DE VUE DE LA SOCIÉTÉ

Le besoin de clarifier comment les suites des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) réalisées après l'accident de Fukushima seront intégrées dans le 4^{ème} réexamen des réacteurs est apparu lors des échanges. A cet égard, dans sa [note de position de février 2016](#), « l'ANCCLI souligne la nécessité de clarifier dans quelle mesure ces renforcements introduits de manière distincte sont ou non valorisés dans le processus VD4-900. Elle souhaite également que soit précisé dans quelle mesure sont pris en compte, en termes de renforcement éventuel des exigences, des enseignements des ECS qui ne sont pas directement couverts par le noyau dur ». Suite à la concertation, les garantes ont également soulevé « la nécessaire valorisation du retour d'expérience post-Fukushima avec les questions de l'approvisionnement en eau et en électricité, le cumul d'agressions externes. Quelles seraient les conséquences d'un tel accident en France ? » (cf. [bilan des garantes](#)).

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Les prescriptions techniques de 2012, émises par l'ASN à la suite des ECS, ont contraint EDF à renforcer la robustesse de plusieurs dispositions de sûreté qui permettaient déjà de gérer et maîtriser les situations accidentelles hypothétiques retenues dans le référentiel de dimensionnement des installations.

Pour répondre aux différentes questions posées lors des échanges :

- Robustesse supplémentaire apportée par le noyau dur : les réponses se trouvent dans l'[avis IRSN/2017-0002 du 3 janvier 2017](#) sur la mise en place du noyau dur et sur la prévention et la maîtrise des situations accidentelles, ainsi que dans l'[avis IRSN/2021-00001 du 7 janvier 2021](#) effectuant un état des lieux des améliorations de sûreté apportées par EDF pour ce qui concerne la gestion des situations accidentelles, dix ans après l'accident de Fukushima-Daiichi ;
- Délais de mise en œuvre : des éléments de réponse se trouvent dans l'[avis IRSN/2017-0002 du 3 janvier 2017](#), ainsi que dans l'[avis IRSN/2021-00001 du 7 janvier 2021](#) susmentionné ;
- Épaississement des radiers : la réponse se trouve dans l'[avis IRSN/2019-00051 du 13 mars 2019](#) sur la maîtrise des accidents graves après le déploiement des modifications post-Fukushima ;
- Chute partielle des grappes de commande : la réponse se trouve dans l'[avis IRSN/2017-00383 du 13 décembre 2017](#) sur la capacité des grappes de commande à chuter pour un séisme de niveau noyau dur ;
- Comportement de la digue du Tricastin au séisme : les réponses se trouvent dans les avis [IRSN/2017-00371 du 29 novembre 2017](#) et [IRSN/2017-00380 du 4 décembre 2017](#) ;
- FARN : les réponses se trouvent dans l'[avis IRSN/2018-00178 du 29 juin 2018](#) sur les dispositions de formation et de préparation à la gestion des situations extrêmes stressantes de la FARN, ainsi que dans les avis [IRSN/2016-00211 du 22 juin 2016](#), [IRSN/2016-00393 du 16 décembre 2016](#) et [IRSN/2017-0002 du 3 janvier 2017](#) sur les suites des évaluations complémentaires de sûreté et la mise en place du noyau dur ;
- Liaisons entre les réservoirs d'eau et le réacteur à refroidir : la réponse se trouve [en page 7 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#) ;
- Risque de perte de l'alimentation électrique et les diesels ultimes de secours : les réponses se trouvent dans l'[avis IRSN/2017-0002 du 3 janvier 2017](#) et l'[avis IRSN 2019-00041 du 27 février 2019](#) sur les situations « H3 » de perte d'alimentation électrique.

ÉTUDES PROBABILISTES DE SURETE (EPS)

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

A plusieurs reprises lors des dialogues avec les CLI et l'ANCCLI, l'intérêt et la fiabilité des études probabilistes de sûreté ont été interrogés. « D'ailleurs, ont estimé certains, l'approche probabiliste a démontré ses limites avec la catastrophe de Fukushima, les méthodes d'évaluation des risques posent question » (cf. [bilan des garanties](#)).

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Le développement des études probabilistes de sûreté (EPS) constitue un des éléments sur lesquels s'appuie la démarche de réévaluation de sûreté d'EDF pour le réexamen VD4 900. L'évaluation par les EPS du risque de fusion du combustible, dans le cœur du réacteur ou dans la piscine de désactivation du combustible usé (piscine BK), et du risque de rejets radioactifs complète l'appréciation du niveau de sûreté des installations s'appuyant sur les études déterministes et permet d'identifier d'éventuels besoins d'amélioration des dispositions de conception ou d'exploitation.

Dans l'[avis IRSN/2019-00142 du 26 juin 2019](#) sur l'examen des études probabilistes de sûreté de niveaux 1 et 2, ainsi que dans l'[avis IRSN 2019-00282 du 13 décembre 2019](#) spécifique à Bugey, l'IRSN répond explicitement aux questions suivantes posées lors des échanges :

- Apport des EPS à la sûreté dans le cadre du réexamen des réacteurs de 900 MWe ;
- Origine et pertinence des données utilisées pour les EPS dans le cadre du réexamen des réacteurs de 900 MWe ;
- Enseignements et limites d'une comparaison des EPS pour l'EPR et dans le cadre du réexamen des réacteurs de 900 MWe ;
- Agressions externes pour lesquelles une EPS devrait être développée (séisme, inondation externe).

POURSUITE DE L'EXPLOITATION DES REACTEURS

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

L'enjeu de la poursuite de l'exploitation des réacteurs a été discuté tout au long des échanges avec les CLI et l'ANCCLI, en particulier lors du [séminaire des 3 et 4 octobre 2016](#). En outre, « l'absence de question d'opportunité sur le choix du prolongement des réacteurs de 900 MW au-delà de 40 ans » a été vue comme un « point de vigilance » par les garantes de la concertation dans leur [bilan](#).

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Les VD4 des réacteurs de 900 MWe s'inscrivent dans un contexte particulier puisqu'EDF a fait part, en 2009, de sa volonté de prolonger la durée de fonctionnement de certains de ces réacteurs au-delà de 40 ans. Ainsi, dans l'optique d'une prolongation de la durée de l'exploitation des réacteurs, EDF a recherché d'une part une amélioration substantielle de la sûreté allant au-delà de la démarche d'un réexamen, d'autre part s'est interrogé sur la maîtrise des effets du vieillissement et de l'obsolescence des composants.

Pour répondre aux différentes questions posées lors des échanges :

- Clarification de l'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs : les réponses se trouvent [en page 3 de la FAQ](#) ou [directement dans la FAQ en ligne](#), ainsi que dans l'[avis IRSN 2018-00043 du 23 février 2018](#) sur la maîtrise du vieillissement ;
- Critères de fin de vie, critères d'arrêt et critères d'aptitude à la poursuite d'exploitation : les réponses se trouvent [en pages 23 et 24 de la FAQ](#) ou [directement dans la FAQ en ligne](#), ainsi que dans l'[avis IRSN 2018-00043 du 23 février 2018](#) sur la maîtrise du vieillissement ;
- Non-conformités inacceptables : les réponses se trouvent [en pages 23 et 24 de la FAQ](#) ou [directement dans la FAQ en ligne](#), ainsi que dans l'[avis IRSN/2019-00048 du 6 mars 2019](#) sur la vérification de la conformité des réacteurs.

TRAVAUX ASSOCIES AU REEXAMEN (REMISE EN CONFORMITE ET MODIFICATIONS VISANT A AMELIORER LA SURETE)

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

Le calendrier de réalisation des travaux prévus dans le cadre de ce réexamen ressort également du [dialogue technique](#) avec les CLI et l'ANCCLI (notamment lors de la réunion du 30 novembre 2017) comme une préoccupation importante quant au respect des échéances fixées. De plus, une incompréhension par rapport à l'étalement dans le temps de la réalisation des améliorations de sûreté a à plusieurs reprises été entendue. Dans leur [bilan de la concertation](#), les garantes ont également noté comme « *point de vigilance* » « *le laps de temps important entre les propositions d'amélioration de sûreté et la phase de réalisation des travaux* ».

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Dans le cadre de la vérification de la conformité des installations aux exigences de sûreté, l'exploitant met en œuvre des dispositions de contrôle spécifiques en complément des contrôles réalisés en exploitation courante. Dans le cadre du quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe, ces contrôles présentent une importance majeure, les réacteurs ayant été conçus avec une hypothèse de durée de vie de 40 ans. Vis-à-vis des exigences de sûreté réévaluées, le quatrième réexamen des réacteurs de 900 MWe coïncide notamment avec l'engagement de la troisième phase des dispositions définies dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté.

Le périmètre d'un réexamen périodique avec les spécificités de ce 4^{ème} exercice est très vaste et a par conséquent amené EDF à définir une stratégie industrielle de déploiement des modifications associées à ce réexamen.

Pour répondre aux différentes questions posées lors des échanges :

- Calendrier des travaux : les réponses se trouvent [en pages 11 à 13 de la FAQ](#) ou [directement dans la FAQ en ligne](#), ainsi que dans l'[avis IRSN 2019-00042 du 1er mars 2019](#) portant notamment sur les modifications matérielles associées à la phase A ;
- Analyse des modifications prises dans leur ensemble, en prenant en compte le risque de complexification : les réponses se trouvent [en pages 11 à 13 de la FAQ](#) ou [directement dans la FAQ en ligne](#), ainsi que dans les avis [IRSN/2019-00042 du 1er mars 2019](#) et [IRSN/2019-00083 du 17 avril 2019](#) sur l'organisation d'EDF pour la conception, la réalisation et l'exploitation des modifications.

Les avis de l'IRSN ne traitent pas des questions suivantes qui devraient obtenir des réponses dans d'autres cadres :

- Respect des délais de réalisation des travaux ;
- Information du public sur les travaux réalisés.

IMPACTS SUR LES POPULATIONS ET L'ENVIRONNEMENT

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

Lors de la concertation sont apparues (cf. [bilan des garantes](#)) des préoccupations concernant la maîtrise des impacts environnementaux : « l'impératif de réduire les impacts sur l'environnement, la question de la gestion des déchets nucléaires perçue comme cruciale dans les prochaines décennies, les conséquences environnementales des rejets dans les rivières, les conséquences environnementales du pompage d'eau alors que les ressources seront de plus en plus limitées avec le réchauffement climatique, les conséquences des traitements biocide sur les circuits d'eau, les conséquences sur la santé de l'énergie d'origine nucléaire ». Par ailleurs, « de nombreuses questions ont porté sur l'information et la formation du public en cas d'accident nucléaire » et des exigences sont apparues concernant « une culture de la sûreté à développer ».

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Seuls les aspects relatifs aux rejets dans l'environnement en cas d'incident ou d'accident et au réexamen des bâtiments d'entreposage et de conditionnement des déchets font partie du périmètre d'expertise relatif au 4^{ème} réexamen de sûreté des réacteurs 900 demandé par l'ASN. Ainsi, les avis et parties de la foire aux questions répondant à ces questions spécifiques sont :

- Rejets dans l'environnement, notamment en cas de fusion du cœur : les réponses se trouvent dans les avis [IRSN/2019-00002 du 11 janvier 2019](#) concernant les études d'accident (notamment partie 5 sur l'évaluation des conséquences radiologiques – pages 11 et 12), [IRSN/2019-00019 du 6 février 2019](#) concernant les études relatives aux agressions externes et internes (notamment partie 4 sur les conséquences radiologiques des agressions – pages 15 et 16) et [IRSN/2019-00051 du 13 mars 2019](#) concernant la maîtrise des accidents graves ;
- Effets cumulés des rejets d'effluents et des prélèvements d'eau sur les populations et les écosystèmes : la réponse se trouve en [page 24 de la FAQ](#) ou directement [sur la FAQ en ligne](#) ;
- Gestion et traitement des déchets : le réexamen des bâtiments d'entreposage et de conditionnement des déchets a fait l'objet de l'[avis IRSN/2020-00026 du 21 février 2020](#). A noter que le sujet général de la gestion des déchets nucléaires fait l'objet d'un [article dans la base de connaissances de l'IRSN](#).

En outre, l'IRSN expertise des dossiers de demandes d'autorisation ou de modification de rejets et prélèvements d'eau des installations lorsque demandé par l'ASN. La démarche d'expertise des rejets des installations et de leur impact a fait l'objet d'une [présentation le 23 mars 2018](#) dans le cadre d'un séminaire ANCCLI-IRSN. Par ailleurs, le contrôle des rejets en aval des centrales nucléaires fait l'objet d'un [article dans la base de connaissances de l'IRSN](#) (à la fois sur les aspects de l'expertise de l'autorisation de rejet, des études d'impact sur l'environnement et de la surveillance renforcée en cas d'accident). Ainsi, l'IRSN a rendu les avis suivants relatifs aux rejets et prélèvements d'eau des sites concernés par ce 4^{ème} réexamen :

- Pour le site de Dampierre-en-Burly : [avis IRSN/2019-00184 du 31 juillet 2019](#) qui traite notamment de « la mise en œuvre d'un traitement biocide à la monochloramine sur les tranches 2 et 4, ainsi que l'évolution du traitement à la monochloramine sur les tranches 1 et 3 du CNPE » ;
- Pour le site de Belleville-sur-Loire : [avis IRSN/2019-00237 du 24 octobre 2019](#) qui traite notamment de « la mise en œuvre d'un traitement biocide à la monochloramine contre la prolifération des organismes pathogènes dans les circuits de réfrigération des condenseurs sur les deux tranches du CNPE » ;
- Pour le site de Chinon : [avis IRSN/2014-00371 du 10 octobre 2014](#) ;
- Pour le site de Saint-Laurent-des-Eaux : [avis IRSN/2014-00011 du 16 janvier 2014](#) ;
- Pour le site du Bugey : [avis IRSN/2012-00540 du 12 novembre 2012](#) et [avis IRSN/2018-00198 du 19 juillet 2018](#) (cas des métaux totaux).

Concernant les autres questions, il peut tout de même être apporté les réponses suivantes :

- Contrôles de la société civile : la radioactivité de l'environnement en France fait l'objet d'une surveillance pluraliste au travers du [réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement](#) (RNME), regroupant des services de l'Etat et des établissements publics, des exploitants d'installations nucléaires, mais aussi d'autres acteurs publics, privés et associatifs. Les données de cette surveillance sont ainsi centralisées depuis 2010 sur le site www.mesure-

radioactivite.fr qui rend accessible les 300 000 mesures réalisées annuellement en France dans les différents milieux (air, eau, sol, faune, flore) et dans les produits alimentaires ;

- Conséquences environnementales et sanitaire : l'IRSN synthétise les données collectées par le RNME au travers de la réalisation d'un [bilan de l'état radiologique de l'environnement français](#), actualisant les connaissances sur l'état radiologique du territoire dans son ensemble et de l'environnement des sites nucléaires en particulier. Le [bilan radiologique 2015-2017](#) fait notamment une synthèse des évaluations des doses pouvant être reçues par les populations résidant à proximité des sites nucléaires à partir des résultats de mesures environnementales acquises autour de ces sites (voir le chapitre 5.1 – pages 302 à 304 du [bilan](#)) ;
- Information sur la gestion de crise : ce sujet fait l'objet de plusieurs articles dans [la base de connaissance de l'IRSN](#) : sur l'organisation, l'évaluation et les moyens de surveillance, ainsi que sur les exercices.

ASPECTS ECONOMIQUES ET FINANCIERS

POINTS DE VUE DE LA SOCIETE

Les questions relatives aux aspects économiques et financiers ont régulièrement été soulevées par la société civile et le public. Les garantes de la concertation ont résumé ces préoccupations sur « l'opportunité d'un tel investissement » (« certains estimant que les sommes investies auraient pu profiter au développement d'énergies alternatives et critiquant EDF qui, selon eux, n'anticipe pas la sortie du nucléaire. A contrario, d'autres ont estimé que l'ampleur du réexamen pourrait permettre de prolonger plus loin la durée de fonctionnement, et ainsi maintenir une énergie décarbonée et compétitive, tout en pérennisant un savoir-faire industriel français »), ainsi que la « capacité financière d'EDF » (« Des doutes ont été émis quant à la capacité d'EDF d'absorber le coût du quatrième réexamen et les investissements du grand carénage. Mobiliser de telles sommes risque de peser sur le calendrier des travaux à réaliser estiment certains contributeurs. Quelles seront les conséquences de ces investissements sur la facture d'électricité du consommateur ? ») (cf. [bilan des garantes](#)).

REPONSES DE L'IRSN ET PRISE EN COMPTE DANS SON EXPERTISE

Ces aspects ne font pas partie du périmètre d'expertise relatif au 4^{ème} réexamen de sûreté des réacteurs 900 demandé par l'ASN. L'importance des modifications à réaliser est précisée dans l'[avis de synthèse IRSN/2020-00053 du 31 mars 2020](#).

Cependant, l'IRSN a apporté des éléments de réponses dans sa foire aux questions, en [pages 9 et 10 de la FAQ](#) ou [directement sur la FAQ en ligne](#), aux questions suivantes :

- Prédominance des critères économiques sur les critères de sûreté ;
- Moyens et capacités d'EDF ;
- Moyens et capacités de l'ASN et de l'IRSN.

L'IRSN n'a pas d'élément de réponse aux questions suivantes :

- Coût du réexamen et du programme industriel de rénovation et de modernisation des centrales nucléaires existantes ;
- Coût associé aux modifications à réaliser.

CONCLUSION

Comme énoncé dans la charte de la participation du public, dans son article 1, le principe de « reddition des comptes » est un des socles d'un processus de participation vertueux. Par ailleurs, dans leur bilan de la concertation menées par le HCTISN, les garantes ont demandé à « *chacune des parties prenantes de cette concertation* » d'explicitier « *très clairement quels enseignements elle en tire et comment cela se traduira dans les décisions qui lui incombent* ». C'est pourquoi, et en cohérence avec le 6^{ème} engagement de sa charte d'ouverture à la société, l'IRSN souhaite, à travers ce rapport, rendre compte publiquement de la manière dont il a pris en compte ou non les contributions du public et des acteurs de la société civile.

Les échanges et dialogues techniques depuis 2014 sur le 4^{ème} réexamen des réacteurs 900 MWe ont montré qu'il est possible de dialoguer avec la société civile et le public sur des sujets très techniques et complexes et que cela conduit à une richesse de contributions et de questionnements, souvent très pertinentes.

L'IRSN s'attache à mettre à disposition ses ressources et experts pour répondre aux questions et partager ses connaissances, que ce soit au travers de présentations, de vidéos, de « Foire aux questions », d'explicitation de ses expertises lors de réunions, de la publication de ses avis, ainsi que d'avis illustrés et commentés.

Pour aller plus loin sur ce réexamen dont les enjeux sont particuliers, l'IRSN a intégré et mentionné explicitement dans dix de ses avis les réponses à des questions recueillies lors des échanges et dialogues techniques avec la société civile.

En effet, les questions et préoccupations entendues par les experts de l'IRSN lors de ces échanges permettent d'enrichir le regard porté par l'IRSN sur le dossier de réexamen et le projet de prolongation des réacteurs. Ils ont notamment un apport particulier sur la pondération des enjeux de sûreté, en croisant la vision technique avec la vision de la société. L'IRSN partage beaucoup de préoccupations recueillies, comme sur la conformité (1^{er} thème prioritaire du public lors de la consultation électronique pendant la concertation en 2018) ou sur les améliorations à apporter pour faire face à un accident avec fusion du cœur.

A la lumière des apports de tous ces échanges, l'IRSN considère important de poursuivre les échanges, aux côtés de l'ensemble des acteurs, non seulement sur le réexamen des réacteurs 900 MWe par des dialogues techniques y compris dans les territoires, en lien avec les CLI concernées, pour répondre plus précisément aux préoccupations locales, mais également ceux des réacteurs 1300 MWe afin que le recueil des questionnements le plus en amont des expertises puisse y être prises en compte.

IRSN

Naoëlle Matahri et Olivier Dubois, Pôle sûreté nucléaire
Eric Bastin et Véronique Leroyer, Direction de la stratégie

E-mail

ouverture.societe[at]irsn.fr

N° du rapport

Rapport IRSN 2022-00254
Tous droits réservés IRSN
Avril 2022

Photo de couverture :

Réunion publique du 13/12/2018 à Saint-Laurent-Nouan (41). Sophie Brändström/Signatures/Médiathèque IRSN



31, avenue de la division Leclerc
92260 Fontenay-aux-Roses
RCS Nanterre B 440 546 018

COURRIER

B.P 17
92260 Fontenay-aux-Roses Cedex

TÉLÉPHONE

+33 (0)1 58 35 88 88

SITE INTERNET

www.irsn.fr

Email

contact@irsn.fr

 [@IRSNFrance](https://twitter.com/IRSNFrance)