

40 ans, ça suffit !

**Pourquoi les vieilles centrales
nucléaires doivent fermer**

février 2020

GREENPEACE

Greenpeace est une organisation internationale qui agit selon les principes de non-violence pour protéger l'environnement et la biodiversité et promouvoir la paix.
Elle est indépendante de tout pouvoir économique et politique et s'appuie sur un mouvement citoyen engagé pour construire un monde durable et équitable.

Publié en février 2020 par Greenpeace France

Greenpeace France
13 rue d'Enghien, 75010 Paris

Sommaire

Résumé	4
1. Les réacteurs nucléaires vieillissent (mal)	6
Le vieillissement des matériaux est inéluctable	6
Un accroissement des risques de fusion du cœur	8
De nombreuses anomalies et malfaçons	8
Au-delà de 40 ans : un vieillissement qu'on ne maîtrise pas	9
2. On ne peut pas faire du neuf avec du vieux	10
Les réacteurs sont trop vieux pour respecter les normes de sûreté d'aujourd'hui	10
Des rustines (« mesures compensatoires ») insuffisantes	12
3. L'impact environnemental du nucléaire occulté	14
Des effluents et des rejets dans l'environnement toute l'année	14
Des cas de fuites radioactives dans l'environnement	15
Les déchets nucléaires : en hausse chaque année	16
Les canicules : une situation à risque	16
L'absence d'étude d'impact environnemental	17
4. Un programme de prolongation imposé par EDF, irréaliste et risqué	18
Un programme imposé par EDF à tout prix	18
Un calendrier intenable	19
Des réparations trop tardives	20
Face à ces dérives, trop de compromis et de dérogations	22
Une capacité de contrôle et de sanction limitée	23
5. Le cas du réacteur 1 de Tricastin : obsolète et dangereux	25
Déjà 40 ans de fonctionnement	26
Une cuve fragilisée	26
Séismes et inondations : attention, danger!	27
Une forte vulnérabilité aux agressions ou chutes d'avion	28
Un problème de pollution chronique	28
Conclusion	30

Résumé

Le 22 février 2020, le 1er réacteur de la centrale de Fessenheim sera définitivement fermé... A l'âge de 43 ans¹. Comme toutes les centrales nucléaires françaises actuellement en activité, Fessenheim a pourtant été conçue pour fonctionner entre 30 et 40 ans maximum. Au-delà, les réacteurs nucléaires entrent dans une phase de vieillissement inconnue pour l'exploitant EDF et non prévue par ses concepteurs. Les réacteurs nucléaires du parc ont été conçus et dimensionnés selon les normes et moyens techniques, les matériaux et l'état des connaissances des années 70 et 80. A l'époque, l'hypothèse de l'accident grave n'était pas prise en compte, le changement climatique ignoré, les catastrophes naturelles étaient moins fréquentes et extrêmes, les drones et le piratage informatique n'existaient pas. A l'image de Fessenheim, c'est tout le parc nucléaire français qui arrive en bout de course : 12 autres réacteurs auront dépassé l'échéance des 40 ans d'ici fin 2020. Au mépris de la sécurité des Françaises et des Français, le gouvernement ne prévoit a priori aucune nouvelle fermeture de réacteur avant 2027, et en 2019, la loi énergie-climat a entériné la prolongation de l'ensemble du parc au-delà de 40 ans comme s'il s'agissait d'une formalité sans conséquences. Ces décisions sont prises en partant du principe que l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) autorisera les réacteurs à fonctionner au-delà de 40 ans. Elles ne prévoient pas de plan B et ne s'interrogent pas sur la capacité industrielle, technique et financière d'EDF à mener à bien un programme de mise aux normes. L'ASN a pourtant tiré la sonnette d'alarme début 2020 face au manque de rigueur industrielle de la filière nucléaire alors que c'est « le premier enjeu de sûreté nucléaire »².

D'ores et déjà, EDF multiplie les retards, négocie reports et dérogations pour contourner les nombreuses non-conformités et anomalies. Face à ces dérives, la capacité de contrôle et de sanction de l'ASN reste très limitée : lorsque EDF ne respecte pas les décisions et les échéances de l'ASN, il ne risque souvent pas plus qu'un conducteur qui commet un excès de vitesse. En conséquence, la filière demande de plus en plus de dérogations aux normes de sûreté alors que le vieillissement des installations exige, au contraire, de les renforcer et de redoubler de vigilance. Sur le papier, l'ASN a conditionné l'éventuelle poursuite du fonctionnement à une hausse significative du niveau de sûreté des réacteurs, aussi proche que possible de celui qui serait attendu pour de nouveaux réacteurs de type EPR. Cependant, la réalité est tout autre : techniquement, il est impossible que les réacteurs vétustes de 900 MW atteignent des niveaux de sûreté comparables à ceux de l'EPR. Les équipements s'usent inexorablement et se fragilisent, certains ne sont pas remplaçables.

¹ La première divergence a eu lieu en mars 1977

² ASN, [Voeux à la presse](#), janvier 2020

Le prochain test en matière de sûreté nucléaire est celui du réacteur n°1 de Tricastin, le premier réacteur à passer sa quatrième visite décennale (VD4). Ce contrôle technique est censé vérifier la capacité du réacteur à fonctionner au-delà de 40 ans. La portée technique et symbolique de cette 4e visite décennale est énorme. Premièrement, parce que c'est la première fois qu'il s'agit de vérifier l'aptitude d'un réacteur à fonctionner bien au-delà de la durée initialement prévue par ses concepteurs. Le cadre n'existe pas, les règles génériques de sûreté n'ont pas encore été définies par l'ASN. Deuxièmement, parce que la prolongation du réacteur n°1 de Tricastin n'a rien d'évident : c'est le réacteur avec la cuve la plus touchée par des défauts sous revêtement (fissures), il est situé dans une zone sismique récemment frappée par un séisme d'une magnitude historique de 5 sur l'échelle de Richter, et il est protégé des inondations par une digue dont la résistance au séisme n'est justement pas démontrée. De plus, il est construit sur une plateforme située six mètres en dessous du niveau du canal de Donzère. EDF a été pointé du doigt à plusieurs reprises pour mauvaise gestion du site : incidents déclarés très en retard et minimisés, fuites importantes de tritium en 2013 puis en 2019. Pour autant, aucune étude d'impact environnemental n'est prévue, et il n'y a aucune transparence sur la prise en compte des failles de Tricastin, ses impacts environnementaux, sa résilience face aux séismes et aux impacts du changement climatique, et la capacité des citoyens à peser réellement sur les décisions.

Prolonger la durée de vie des réacteurs n'a rien d'une évidence. Un programme de prolongation de grande ampleur est carrément irréaliste. Pour limiter les risques d'accident, les coûts et les déchets, il est indispensable d'anticiper l'arrêt définitif des réacteurs bien avant qu'ils atteignent 40 ans d'exploitation. On peut choisir de préparer les prochaines fermetures plutôt que de les subir de plein fouet. Un calendrier précisant la date de fermeture de chaque réacteur est essentiel pour planifier sereinement la reconversion socio-économique des travailleurs et des territoires. En parallèle, il devient urgent de maximiser le développement des énergies renouvelables et des économies d'énergie pour progressivement remplacer les réacteurs mis à l'arrêt, par choix ou par nécessité.

1. Les réacteurs nucléaires vieillissent (mal)

Le vieillissement des matériaux est inéluctable

Construit dans les années 70, le parc nucléaire français (les réacteurs de 900 MW) vieillit de manière inéluctable. Au fil du temps, des phénomènes d'usure, en particulier de la cuve, de corrosion, de porosité et d'encrassage affectent la performance et la résistance des équipements nucléaires.

Par exemple:

- **L'usure et la corrosion** des divers circuits hydrauliques (les tuyauteries³, les vannes, les pompes) peut dégrader la performance des différents équipements de refroidissement auxiliaire, de sauvegarde, de secours ou de lutte contre l'incendie concernés.
- Les structures en béton deviennent plus **poreuses et moins étanches** C'est notamment le cas des enceintes de confinement des réacteurs nucléaires. Dans les réacteurs de 900 MW, les barrières fondamentales pour l'étanchéité et la sûreté sont composées d'une paroi en béton et d'une peau d'étanchéité métallique qui se dégrade avec le temps et peut laisser fuir de l'eau ou de l'air contaminés. Il y a d'ores et déjà des fuites d'eau et de vapeur radioactives qui font l'objet d'un suivi par l'exploitant. Les solutions de réparation sont insuffisantes : dans le réacteur n°5 du Bugey, par exemple, EDF a colmaté la fuite sans savoir exactement où elle se situe, ni si les mesures ont permis de régler le problème.
- **Des dépôts viennent encrasser** les équipements et peuvent avoir des conséquences pour la sûreté. Un phénomène de colmatage des générateurs de vapeur a été mis en évidence depuis 2007 sur les réacteurs d'EDF. L'intégrité des tubes des générateurs de vapeur est essentielle au fonctionnement sûr d'un réacteur nucléaire. La défaillance de plusieurs tubes de générateurs pourrait entraîner un accident avec des conséquences potentiellement graves.
- A force d'être irradiés et soumis à de fortes variations de températures et de pression, certains matériaux et composants perdent en résistance et deviennent plus cassants. C'est le cas de la cuve qui a une fragilité particulière du fait du bombardement de sa paroi par les neutrons produits par les fissions dans le cœur du réacteur (la « fluence »). Petit à petit, **l'acier de la cuve se fragilise**. Cette fragilisation est très préoccupante étant donné que la cuve n'est pas remplaçable

³ <https://www.asn.fr/Informer/Actualites/Incident-de-niveau-2-pour-20-reacteurs-d-EDF>

et que sa rupture sur un réacteur en fonctionnement entraînerait une catastrophe nucléaire de la taille de celle des accidents de Tchernobyl ou de Fukushima.

En conséquence de ces mécanismes de vieillissement, les marges de sûreté appliquées par les ingénieurs à l'époque diminuent progressivement, et parfois plus vite que prévu. Lors de la conception, les ingénieurs ont estimé le nombre de fois où les équipements sous pression nucléaire pouvaient subir un certain nombre de « situations » (variations de températures ou de pression de plus ou moins grande amplitude, plus ou moins rapidement). Pour chaque situation, le nombre maximum d'occurrences prévu a déjà été dépassé dans plusieurs cas. Pour autant, le remplacement des composants n'est envisagé qu'en dernier recours.

Tableau 5 Principaux mécanismes de dégradation des gros composants des réacteurs
Caractérisation de l'exposition des principaux composants à différents mécanismes de vieillissement

Composants	Phénomènes	Fragilisation par irradiation	Relâchement dépendant du temps (fluage)	Fissuration par corrosion sous contrainte	Fatigue thermique oligocyclique	Fatigue mécanique et thermique polycyclique	Corrosion Fatigue	Fragilisation thermique	Usure mécanique, vibration, et fatigue	Corrosion accélérée par écoulement
Cuve	oui	—	oui	—	—	—	oui	—	oui	
Enceinte, radier	—	oui	oui	—	—	—	—	—	oui	
Embouts de sécurité, circuits et branches de refroidissement	—	—	—	oui	oui	—	oui	oui	—	
Tubes de générateur de vapeur	—	—	oui	—	oui	oui	—	oui	oui	
Pompes primaires	—	—	—	—	oui	—	oui	—	oui	
Pressuriseur	—	—	oui	oui	—	—	—	—	—	
Mécanismes de grappes de commande	—	—	oui	—	—	—	oui	oui	—	
Câbles et connexions importants pour la sûreté	oui	—	—	—	—	—	oui	—	oui	
Générateurs diesels de secours	—	—	—	—	—	—	—	oui	oui	
Internes de cuve	—	oui	oui	—	oui	—	—	oui	—	
Supports de la cuve de réacteur	oui	—	oui	—	—	—	—	—	—	
Circuits et buses d'injection, Casemate du générateur de vapeur	—	—	oui	oui	oui	—	—	—	oui	

Source : Synthèse basée sur INEEL, *Incorporating Aging Effects into Probabilistic Risk Assessment – A Feasibility Study Utilizing Reliability Physics Models*, NUREG/CR-5632, août 2001

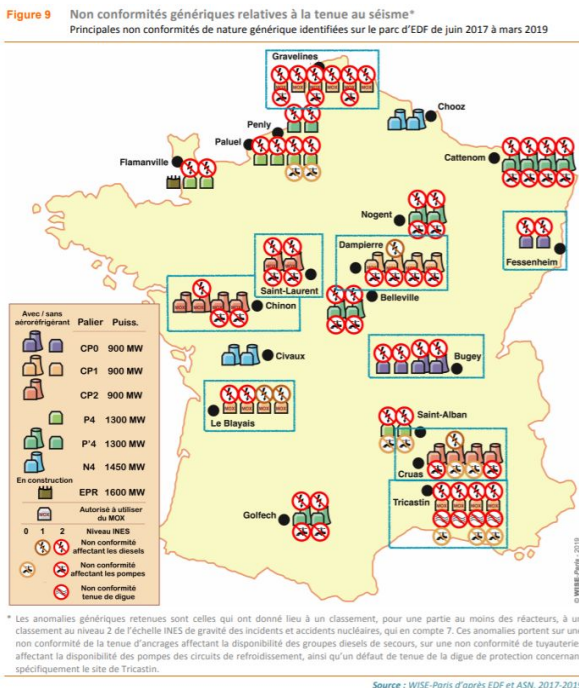
Source: Wise Paris⁴

⁴ Wise Paris, [L'échéance des 40 ans pour le parc nucléaire français](#), rapport pour Greenpeace, 2014

Un accroissement des risques de fusion du cœur

Chaque année, EDF signale à l'ASN des « évènements significatifs ». Parmi eux, certains sont appelés « évènements précurseurs » car ils contribuent à l'augmentation des risques d'accident grave. Selon l'ASN, « *parmi les évènements significatifs déclarés par l'exploitant Electricité de France (EDF) à l'ASN chaque année, les évènements identifiés comme précurseurs sont ceux qui conduisent à un accroissement du risque de fusion du cœur par rapport à la probabilité de fusion du cœur prise en compte lors de la conception des installations* »⁵. Les évènements précurseurs sont très divers et peuvent avoir pour origine des défauts de conception, des défaillances d'équipements du fait du vieillissement, des problèmes de maintenance et d'exploitation. Après analyse des documents transmis par l'ASN listant les évènements précurseurs entre 2003 et 2014, Bernard Laponche⁶ écrit que « *on constate aussi qu'un nombre important de réacteurs ont connu chacun sur la période entre 15 et 20 évènements précurseurs* ». Sur les 729 évènements précurseurs, deux tiers ont concerné l'ensemble des réacteurs d'un même palier ou la totalité des réacteurs en fonctionnement.

De nombreuses anomalies et malfaçons



La totalité du parc nucléaire est touchée par des défauts de fabrication anciens ou plus récents. En mai 2016, l'ASN rendait publique la détection d'irrégularités « pouvant s'apparenter à des falsifications » concernant des composants fabriqués à l'usine Creusot Forge. Ces écarts ont été cachés (dans ce qu'on appelle les « dossiers barrés »), les dossiers de contrôle qualité ont été falsifiés et des équipements non conformes ont été installés sur les réacteurs. Après une revue de plus de deux ans, il s'avère que ces pratiques ont eu cours **pendant une cinquantaine d'années**, et que tous les réacteurs d'EDF sont concernés. Au total, **11 393 constats** ont été relevés pour les 1580 pièces fabriquées au Creusot équipant les 58 réacteurs du parc

⁵ CODEP-DCN-2018-016515

⁶ Bernard Laponche, [note sur les évènements précurseurs dans les centrales nucléaires françaises](#), Global Chance, septembre 2018.

d'EDF. Parmi ces constats, on dénombre désormais environ **3000 « écarts »** relevés par rapport aux normes qualités requises. Il s'agit là d'anomalies génériques car elles concernent plusieurs réacteurs à chaque fois.

Très récemment, en 2019, EDF annonçait avoir détecté des anomalies dans les soudures de 19 générateurs de vapeur installés ou destinés à l'être. En 2017, des non-conformités de tenue au séisme ont été découvertes sur des diesels de secours. Malgré les différents contrôles périodiques et les évaluations complémentaires de sûreté après l'accident de Fukushima portant justement sur les diesels de secours en cas de séisme, ces non conformités n'avaient pas été décelées. Un autre incident générique a été déclaré peu après, concernant cette fois des tuyauteries : « *en situation de séisme entraînant la rupture des tuyauteries affectées, le noyage des moteurs des pompes du circuit SEC pourrait conduire à la perte totale de l'alimentation en eau de refroidissement pour 20 réacteurs et à sa perte partielle pour 9 réacteurs* »⁷. Les tuyauteries étaient dans un état de corrosion avancée. Là aussi, ni les programmes de maintenance, ni les réexamens périodiques n'ont permis de détecter en temps voulu la dégradation des équipements⁸.

Au-delà de 40 ans : un vieillissement qu'on ne maîtrise pas

La situation devient particulièrement inquiétante lorsque les réacteurs cumulent problèmes de vieillissement et anomalies. Ce phénomène est surtout inédit car les concepteurs du parc nucléaire ont dimensionné les réacteurs pour fonctionner entre 30 et 40 ans⁹. Ils n'ont pas étudié l'impact du vieillissement sur la sûreté des centrales nucléaires ni testé leur capacité à fonctionner correctement au-delà. EDF l'écrit : « *Initialement, la qualification des matériels aux conditions accidentelles a été établie en prenant comme hypothèse une durée de fonctionnement de 40 ans* »¹⁰. Au départ, EDF prévoyait le remplacement des réacteurs nucléaires à l'âge de 40 ans maximum. C'est seulement en 2008 qu'EDF opère un revirement stratégique complet en décidant de prolonger de 10 à 20 ans la durée de fonctionnement des réacteurs. En conséquence, il est actuellement prévu par EDF et le gouvernement que tous les réacteurs (à l'exception de Fessenheim) fonctionnent au-delà de 40 ans. La totalité du parc nucléaire entre donc dans une zone de vieillissement non prévue par les ingénieurs, inconnue pour l'exploitant et inquiétante du point de vue de la sûreté et de la sécurité nucléaires.

⁷ IRSN, [Non-conformités relatives à la tenue au séisme de tuyauteries situées dans la station de pompage de 29 réacteurs du parc en exploitation](#), note d'information, 13 octobre 2017

⁸ Wise Paris, [Processus de 4ème réexamen périodique de sûreté des réacteurs de 900 MWe d'EDF État des lieux et principaux enjeux](#), mars 2019

⁹ Ils ont conçu le parc pour un fonctionnement de 32 ans à pleine puissance (ce qui correspond à maximum 40 ans de fonctionnement réel en intégrant arrêts de tranche et baisses de puissance).

¹⁰ EDF, [4ème réexamen de sûreté: synthèse de la note de réponse aux objectifs](#), 2018.

2. On ne peut pas faire du neuf avec du vieux

Les réacteurs sont trop vieux pour respecter les normes de sûreté d'aujourd'hui

Quelle que soit leur date de construction, la sûreté des centrales nucléaires en exploitation est évaluée à l'aune des normes contemporaines, mises à jour suite à l'accident de Fukushima. Suite à la décision d'EDF de prolonger le parc existant plutôt que de le remplacer, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a conditionné l'éventuelle poursuite de fonctionnement au-delà de 40 ans à une hausse significative du niveau de sûreté des réacteurs, proche de celui qui serait attendu pour de nouveaux réacteurs de type EPR. En effet, l'EPR, un réacteur de troisième génération, a été conçu et modifié pour satisfaire aux exigences actuelles applicables en matière de sûreté nucléaire. Par conséquent, du côté des autorités françaises comme des experts mandatés par ces dernières, le cahier des charges relatif à l'EPR fait office de référentiel pour les centrales existantes. Pour l'ASN, *« dans les années à venir, les réacteurs actuels co-existeront, au niveau mondial, avec des réacteurs, de type EPR ou équivalent, dont la conception répond à des exigences de sûreté significativement renforcées. Les réacteurs nucléaires actuels doivent donc être améliorés, au regard de ces nouvelles exigences de sûreté, de l'état de l'art en matière de technologies nucléaires et de la durée de fonctionnement visée par EDF »*¹¹.

En réalité, même « rénovés », les vieux réacteurs n'atteindront pas les normes exigées pour l'EPR. Ca n'est pas prévu car trop coûteux, ou alors ce n'est tout simplement pas faisable sur le plan technique. Selon l'IRSN, *« à l'issue des quatrièmes visites décennales, des écarts vont subsister entre le niveau de sûreté de l'EPR et celui des réacteurs de 900 MWe post VD4, eu égard aux différences de conception significatives comme le nombre de trains de systèmes de sauvegarde, la disposition géométrique des enceintes de confinement et bâtiments adjacents (plus favorable à la récupération des fuites sur l'EPR), la cuve (absence de pénétration en fond de cuve sur l'EPR), la bunkerisation des piscines de désactivation du combustible, prévue à la conception sur le réacteur EPR mais non envisagée par EDF pour les réacteurs de 900 MWe »*¹².

¹¹ CODEP-DCN-2013-013464, pages 1 et 6

¹² IRSN, [Foire aux questions sur le réexamen de sûreté des 900 MW](#), 2019.

Le cas des agressions externes naturelles. Parmi ses recommandations applicables désormais, l'AIEA demande l'amélioration des capacités de résistance des systèmes essentiels à la sûreté contre les agressions externes naturelles (séismes, inondations). L'évolution des sites tout comme des conditions météorologiques est à prendre en considération pour toute la durée de prolongation prévue. Selon l'analyse du prof. Mertins¹³, une mise aux normes complète en vue de protéger les installations contre les séismes et les inondations, telle que requise actuellement en France et dans le reste du monde, n'est pas réalisable sur le plan pratique.

Le cas du récupérateur de corium. Pour rappel, l'hypothèse d'un accident grave n'avait pas été étudiée lors de la conception du parc nucléaire français et les mesures post-accident n'avaient donc pas été prévues. Leur probabilité d'occurrence était considérée comme suffisamment faible, et en tenir compte aurait conduit à concevoir d'autres types de réacteurs. Suite aux accidents de Three Mile Island, Tchernobyl et Fukushima, les normes post-accident ont progressé. Pour le réacteur EPR, l'Autorité de sûreté (ASN) a fixé comme objectif de sûreté une réduction significative des rejets radioactifs pouvant résulter de toutes les situations d'accidents concevables. Pour limiter les conséquences d'une fusion du cœur, les EPR sont dotés d'un « récupérateur de corium », une sorte de cendrier géant situé sous la cuve du réacteur pour récupérer et refroidir le corium¹⁴ en cas de fusion du cœur, l'empêcher de percer le radier et de provoquer une pollution souterraine. Dans le cas des vieux réacteurs, l'ASN écrit « *vous rechercherez également des dispositions permettant de prévenir le percement du béton du radier du réacteur par le corium. L'ASN souligne l'importance de ces améliorations, nécessaires pour permettre de rapprocher le niveau de sûreté des réacteurs de 900 MWe de celui qui est prévu pour le réacteur EPR* »¹⁵. Depuis, l'exigence semble revue à la baisse : elle se limite à la « stabilisation » et non plus à la récupération du corium, et aura pour objet de ralentir le percement du radier en cas de fusion du cœur, et non plus de l'empêcher. Selon Bernard Laponche, « *pour l'ASN, il s'agit désormais seulement de réduire le risque de percement du radier de l'enceinte de confinement et de contamination des sols. Contrairement à ce qui est dit pour l'EPR, il n'y a pas ici suppression du risque mais sa réduction* »¹⁶.

Le cas des piscines de combustible usé. Dans le contexte contemporain, la résistance des piscines de combustible usé et très radioactif face au risque de chute d'un avion est

¹³ Manfred Mertins, [Etude en vue de l'augmentation du niveau de sûreté des réacteurs nucléaires du palier de puissance 900 MW en France dans le cas d'une prolongation de leur durée d'exploitation](#), rapport pour Greenpeace, mars 2019.

¹⁴ En cas de fusion du cœur, le « corium » (amas fondu de combustible et de matériaux de structure) pourrait conduire au percement du fond de la cuve et du radier du réacteur. De plus, les différents gaz libérés par cette interaction entraînent une augmentation progressive de la pression de l'enceinte de confinement.

¹⁵ CODEP-DCN-2016-007286, pages 6 et 48

¹⁶ Bernard Laponche, VD4 – le Récupérateur de corium, Global Chance – 8 septembre 2019

critique. En 2017, dans un rapport financé par Greenpeace France¹⁷, sept experts internationaux mettaient en lumière les failles dans le dispositif de protection « passive » des installations nucléaires. Certaines n'ont pas été conçues pour résister à des actes de malveillance (du type chute d'avion, missiles, etc.). Le rapport pointe du doigt la vulnérabilité des toits et des murs, qui ne sont pas suffisamment épais pour protéger les « piscines » d'entreposage (une à côté de chaque réacteur français). Alors qu'elles peuvent contenir jusqu'à plusieurs centaines de tonnes de combustible encore très chaud et radioactif, elles ne sont ni dotées d'une enceinte de confinement ni d'une coque avion. Une brèche¹⁸ dans la paroi d'une piscine peut provoquer une catastrophe nucléaire majeure, avec des conséquences très lourdes pour les populations et l'environnement, pouvant même être supérieures aux conséquences d'un accident sur un réacteur pour sur les populations (cancers) et sur l'environnement (contamination importante de la faune et de la flore, des eaux et des sols rendant impropres les produits à la consommation). C'est une vulnérabilité identifiée par la filière nucléaire de longue date puisque la piscine de combustible de l'EPR de Flamanville, construite plus récemment, est située sous l'enceinte de confinement du réacteur. Pourtant, le confinement des piscines de combustible situées au pied de chaque réacteur nucléaire déjà en fonctionnement n'est pas prévu sur les vieux réacteurs. A la place, l'ASN et EDF se sont accordés sur la mise en place de mesures complémentaires pour compenser une perte d'eau froide en cas de brèche et de dénoyage de la piscine. Il s'agit là d'une « mesure compensatoire » qui n'offre pas les mêmes garanties qu'une enceinte de confinement.

Des rustines (« mesures compensatoires ») insuffisantes

Les marges de sûreté dont disposent les réacteurs sont essentielles. Or, les marges dont disposent les réacteurs existants diminuent, notamment à cause de l'usure matérielle, due en particulier à l'obsolescence et au vieillissement. Les mesures compensatoires proposées par l'exploitant ne permettent pas réellement de récupérer ces marges de sûreté. A l'inverse, elles viennent ajouter une complexité et des risques supplémentaires (par exemple, le risque qu'elles ne soient pas correctement appliquées, le risque qu'elles soient elles aussi défaillantes). Si on prend le cas de la cuve du réacteur fragilisée par l'irradiation : pour éviter un choc thermique et la rupture de la cuve, EDF préchauffe l'eau qui sera injectée. Cette mesure compensatoire ne permet pas de garantir les mêmes marges de sûreté qu'une cuve neuve, dont on connaît les propriétés. En outre, elle représente une étape supplémentaire à gérer, et elle s'accompagne de nouveaux risques

¹⁷ Becker, Besnard, Boilley, Lyman, MacKerron, Marignac et Zerbib, [“La sécurité des réacteurs nucléaires et des piscines d'entreposage du combustible en France et en Belgique, et les mesures de renforcement associées”](#), résumé du rapport, octobre 2017.

¹⁸ Si une piscine est endommagée, et qu'elle perd son eau, les combustibles ne sont plus refroidis sous l'eau. Une explosion d'hydrogène est possible conduisant à un relâchement de radioactivité massif, avec des conséquences radiologiques très graves.

: que l'eau ne soit pas à la bonne température, ou que le système permettant de préchauffer l'eau tombe en panne.

L'incapacité à lutter contre l'obsolescence et le vieillissement est à la fois technique et industrielle. Dans une étude approfondie réalisée en 2019 pour Greenpeace France¹⁹, le Prof. Mertins conclut que *« on estime que les centrales françaises équipées de réacteurs de 900 MWe présentent de graves déficits en matière de sûreté au regard des exigences françaises et internationales appliquées à l'heure actuelle. En outre, sur le plan pratique, une modernisation de ces centrales ne suffira pas à remédier à ces manquements, dont les conséquences sur la sûreté sont considérables »*.

¹⁹ Manfred Mertins, [Etude en vue de l'augmentation du niveau de sûreté des réacteurs nucléaires du palier de puissance 900 MW en France dans le cas d'une prolongation de leur durée d'exploitation](#), rapport pour Greenpeace, mars 2019.

3. L'impact environnemental du nucléaire occulté

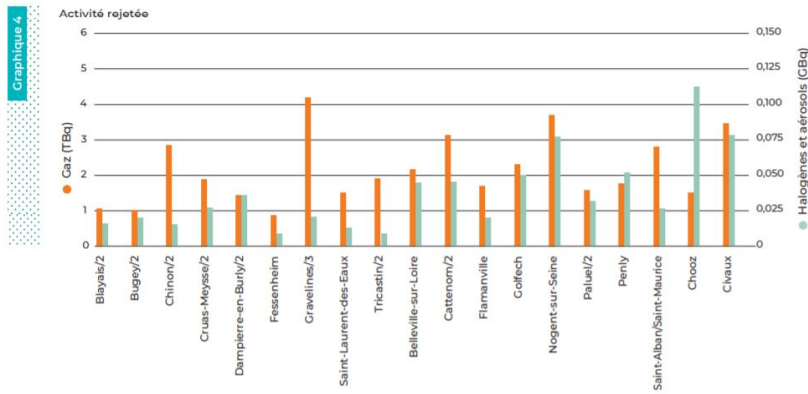
La filière nucléaire qualifie « d'inconvénients » les impacts environnementaux du nucléaire. Pourtant, l'impact des installations nucléaires sur l'environnement ne peut être pris à la légère.

Des effluents et des rejets dans l'environnement toute l'année

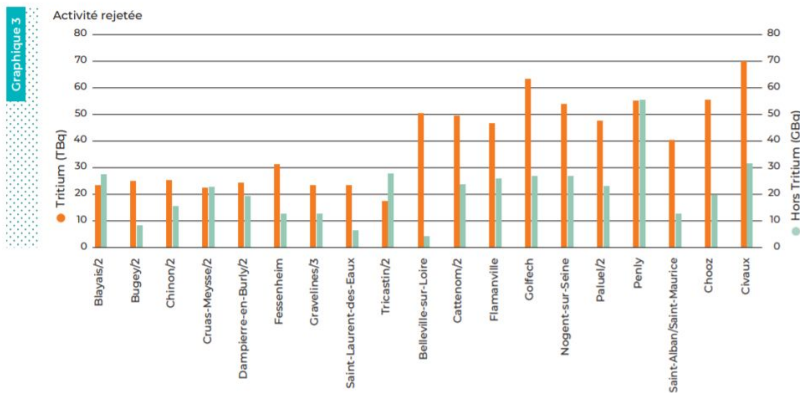
EDF est autorisé à rejeter des effluents liquides, gazeux et chimiques (acide borique, azote, phosphate, détergents, métaux) dans l'environnement, à condition de respecter certains seuils. Les seuils fixés sont suffisamment hauts pour permettre à l'exploitant d'augmenter ses rejets en cas de défaillance de la filtration sans avoir à déclarer d'incident significatif à l'ASN. Ainsi, certains rejets incidentels peuvent être inclus dans le cadre du fonctionnement normal. En outre, les seuils sont fixés en fonction des besoins de l'exploitant nucléaire et EDF dépose de nombreuses demandes de modification des seuils autorisés pour rester dans les clous. Dans une étude²⁰ concernant les autorisations de rejet de la centrale de Belleville sur Loire, l'ACRO souligne très justement que la démarche de la filière qui consiste à dire « les seuils ne sont pas respectés, donc on augmente les seuils » ne correspond pas à une réglementation de la pollution mais à la distribution de permis de polluer.

²⁰ ACRO, Expertise du dossier de déclaration de modifications relatives aux rejets et aux prélèvements d'eau du CNPE de Belleville-sur-Loire, étude réalisée à la demande de la CLI, 2013

Rejets radioactifs gazeux pour les centrales nucléaires en 2018 (par paire de réacteurs)



Rejets radioactifs liquides pour les centrales nucléaires en 2018 (par paire de réacteurs)



Source: rapport annuel ASN, 2019.

Des cas de fuites radioactives dans l'environnement

Les incidents significatifs réguliers (fuites d'eau contaminées, pollutions radioactives) montrent l'incapacité d'EDF à prévenir des fuites de substances radioactives dans l'environnement. Il y a régulièrement des alertes liées à la présence de tritium dans l'eau : cet élément radioactif est produit en très grande quantité dans le cœur des réacteurs nucléaires et se retrouve dans les effluents liquides. Il est trop petit et mobile pour être retenu par les dispositifs de filtration classiques. Par solution de facilité, il est intégralement rejeté dans l'environnement par de nombreuses installations nucléaires. En conséquence, lorsque l'eau est puisée dans des cours d'eau en aval des points de rejets liquides des installations nucléaires, elle peut être contaminée par le tritium car cet élément n'est pas éliminé par les dispositifs de traitement des eaux de distribution. Certains de ces rejets sont autorisés, d'autres sont la conséquence de fuites non maîtrisées : les centrales sont régulièrement à l'origine de pollutions en tritium des nappes d'eau souterraine alors que tout rejet radioactif y est strictement interdit (voir le chapitre 5 sur la centrale nucléaire de Tricastin).

Les déchets nucléaires : en hausse chaque année

Outre les rejets d'éléments radioactifs et chimiques dans la nature, un réacteur nucléaire produit également des déchets nucléaires. Fin 2017, le parc nucléaire avait déjà produit près d'1 million de mètres cubes de déchets selon l'inventaire officiel de l'Andra. C'est sans compter les 350 000 mètres cubes de « matières valorisables » mais non valorisées qui s'entassent sur le territoire et saturent les capacités d'entreposage. Ils échappent à l'inventaire officiel par un tour de passe-passe sémantique et comptable²¹ mais représentent d'importants volumes de déchets additionnels. Chaque année de fonctionnement d'un réacteur représente des quantités croissantes de matières et déchets nucléaires. Selon nos calculs, en 40 ans de fonctionnement, le parc nucléaire aura produit environ 115 piscines olympiques de déchets/matières (hors déchets liés au démantèlement des réacteurs). Autoriser les réacteurs à fonctionner 10 années de plus produirait l'équivalent de 25 piscines olympiques supplémentaires, dont une partie restera hautement radioactive et dangereuse pendant des dizaines de milliers d'années. Ce volume croissant de déchets implique de nombreux transports sur les routes et voies ferrées de France, de l'espace d'entreposage et de stockage supplémentaire à prévoir, et des coûts supplémentaires pour la filière nucléaire. Les déchets nucléaires représentent un risque environnemental important : s'ils sont mal confinés, ils peuvent contaminer l'environnement, les sols, les eaux, l'alimentation et la santé, et ce, pendant des centaines d'années voire des centaines de milliers d'années. Chaque année de fonctionnement d'un réacteur alourdit le fardeau des générations futures.

Les canicules : une situation à risque

Le nucléaire représente le 1er poste de prélèvement d'eau en France à cause du refroidissement des réacteurs. L'eau est ensuite restituée dans l'environnement à une température plus élevée. La réglementation fixe d'ores et déjà des limites de température pour les cours d'eau en aval des centrales : lorsque le niveau de l'eau diminue trop fortement, l'exploitant doit réduire la puissance de la centrale et n'est plus autorisé à rejeter les effluents. La situation s'est déjà produite, en période de canicule ou sécheresse notamment : en août 2018, compte tenu des températures élevées du Rhône et du Grand Canal d'Alsace, EDF a dû moduler ou interrompre provisoirement la production d'électricité des réacteurs n°3 du Bugey, n°1 et n°2 de Saint-Alban, et n°2 de Fessenheim.

Selon l'IRSN: « *la canicule peut avoir des conséquences sur la production d'électricité pour des raisons de protection environnementale mais, potentiellement aussi, sur la sûreté des centrales nucléaires* »²². En effet, des températures élevées peuvent affecter la sûreté nucléaire, en impactant le fonctionnement des ventilations et des matériels de

²¹ Greenpeace, [A quel prix ? Les coûts cachés des déchets nucléaires](#), septembre 2019.

²² IRSN, [Note sur canicules et centrales nucléaires](#), juin 2019.

sûreté, et limiter la capacité de refroidissement des systèmes de sûreté assurant l'évacuation de la puissance du réacteur. Or, les températures retenues à la conception pour dimensionner les équipements ont été dépassées en 2003 et 2006. Suite à ces dépassements, des équipements ont été remplacés pour faire face à des températures élevées²³. Mais ces mesures restent insuffisantes dans un contexte de réchauffement climatique. L'IRSN alerte notamment sur les diesels de secours qui pourraient moins bien fonctionner en période de canicule. En cas de problème, ils ne seraient peut-être pas à même de fournir la puissance électrique nécessaire au refroidissement du réacteur. En juin 2019, EDF a été sommé de tester la résilience des diesels en période de canicule. Dans le cadre de la 4e visite décennale, EDF a réévalué les températures extérieures à considérer pour chaque site (en tenant compte du changement climatique) et mis à jour des études de sûreté. En réponse, l'IRSN a estimé qu'EDF devait revoir sa méthode d'évaluation des températures extérieures.

L'absence d'étude d'impact environnemental

Le nucléaire a un fort impact sur son environnement et vice-versa. L'impact environnemental devrait constituer un paramètre essentiel de la décision de prolonger ou non la durée de fonctionnement d'un réacteur nucléaire, et l'évaluation de l'impact environnemental devrait être obligatoire. La Cour de justice de l'Union européenne (CJUE) l'a récemment requis en préalable à la prolongation de la durée de fonctionnement des centrales belges au regard de l'ampleur des travaux à faire. Pour autant, alors qu'EDF annonce un chantier d'ampleur, ni l'ASN ni le MTES n'exigent d'évaluation environnementale pour le moment.

²³ Selon l'IRSN: « les performances des échangeurs thermiques refroidissant l'eau des systèmes de sûreté à l'aide de l'eau de la source froide ont été augmentées, des climatiseurs autonomes ont été installés, des batteries froides ont été ajoutées sur certains systèmes de ventilation... » https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Documents/IRSN_NI-canicule-et-centrales-nucleaires_27062019.pdf

4. Un programme de prolongation imposé par EDF, irréaliste et risqué

Un programme imposé par EDF à tout prix

La filière nucléaire n'a pas attendu de connaître les exigences de l'ASN pour prendre sa décision. Elle a *déjà* décidé de prolonger la durée de vie du parc : EDF annonce en 2008 sa volonté de prolonger la durée de vie du parc nucléaire à 50 ou 60 ans quand il est devenu clair que la construction d'une série d'EPR n'était pas envisageable. Depuis quelques années, avec l'aval de l'Etat-actionnaire, EDF choisit d'amortir comptablement ses réacteurs à 50 ans sans attendre de savoir si cela serait vraiment le cas et à contre-courant de la loi pour la transition énergétique et la croissance verte fixant un objectif de réduction de la part du nucléaire à horizon 2025. De son côté, l'Etat n'a rien fait pour offrir aux citoyens le choix de ne pas prolonger les réacteurs. Ne respectant ni ses propres lois ni les directives européennes, la France accuse un retard important en matière de développement des énergies renouvelables et de maîtrise de sa consommation. Pire, en 2019, la loi énergie-climat a avalisé en catimini la prolongation de l'ensemble du parc au-delà de 40 ans comme s'il s'agissait d'une formalité sans conséquences. Les citoyens n'ont absolument pas été consultés sur la décision de prolonger ou non la durée de vie des réacteurs nucléaires français. La loi énergie-climat et la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) ont entériné cette décision sans la formuler clairement. C'est pourtant un programme d'ampleur, déterminant pour la politique énergétique.

Ces décisions sont prises en partant du principe que l'ASN autorisera les réacteurs à fonctionner au-delà de 40 ans. Elles ne prévoient pas de plan B ni d'alternatives. Que se passera-t-il si le coût réel de la mise aux normes dépasse largement les estimations liminaires ou la capacité financière d'EDF ? Le coût des travaux pour permettre la prolongation au-delà de 40 ans n'est pas encore chiffrable étant donné que l'ASN n'a pas encore publié la liste des normes à respecter, que la liste des travaux sera à déterminer pour chaque réacteur au cas par cas, et que l'exploitant n'a encore aucun retour d'expérience sur la 4e visite décennale. Actuellement, EDF estime que les travaux

coûteront « seulement »²⁴ 250 millions d'euros par réacteur, mais il s'agit là d'estimations floues et qui évolueront en fonction des travaux à faire sur chaque réacteur. Il y a deux risques : premièrement que les coûts soient bien plus élevés que prévu par l'exploitant. Deuxièmement, que l'exploitant tente, au regard de ses moyens limités, de réduire les travaux à effectuer sur le parc nucléaire et de rogner sur les marges de sûreté pour ne pas aller au-delà des budgets prévus. L'impact financier de la prolongation des réacteurs à 50 ans de fonctionnement est aussi à chiffrer du côté des déchets : chaque année, EDF doit augmenter le montant des provisions et des actifs dédiés en fonction du volume de déchets produit (entre 2011 et 2018, le coût a augmenté de 3,3 milliards d'euros par an en moyenne)²⁵.

Un calendrier intenable

A partir de 2021, EDF devra gérer de front plusieurs visites décennales de réacteurs en même temps, et donc des chantiers simultanés pour des travaux anticipés, des travaux de phase A, B ou C. En 2019, les travaux en vue de la 4e visite décennale d'un seul réacteur (n°1 à Tricastin) ont mobilisé l'attention et les moyens de l'exploitant. Ils ont duré plus que prévu et contraint EDF à mettre d'autres sites et travaux en attente. Les années où plusieurs visites décennales sont programmées en même temps, comment EDF réussira-t-il à gérer en parallèle l'exploitation et la maintenance du parc ?

Même si EDF arrivait à mener ces différents chantiers de front, aucun réacteur nucléaire ne sera « rénové » et « mis en conformité » en temps et en heure. Les réacteurs vont fonctionner bien au-delà de 40 ans sans avoir terminé leur contrôle technique et les travaux essentiels pour la sûreté. Les retards pris lors des précédentes visites décennales ont créé un décalage entre l'âge des réacteurs et l'âge auquel ils passent leur visite décennale. En conséquence, de nombreux réacteurs vont passer leur VD4 bien après leurs 40 ans. Début 2021, quand seront enfin fixés les travaux génériques à réaliser sur chaque installation, 14 réacteurs auront déjà dépassé 40 ans (42 ans pour trois d'entre eux), mais n'auront pas encore passé leur 4e visite décennale ! En moyenne, les réacteurs vont passer leur 4e examen à 43,8 ans²⁶. Bugey 2 et Cruas 2 vont entamer leur VD4 à presque 46 ans. Des réacteurs de plus de 40 ans vont continuer de fonctionner alors que l'ASN n'aura pas contrôlé la mise en conformité des équipements et l'existence des marges de sûreté suffisantes.

²⁴ En 2014, un rapport de Wise Paris estimait que le coût de mise aux normes de sûreté actuelles irait de 400 millions à 4 milliards d'euros par réacteur.

²⁵ Greenpeace, [A quel prix ? Les coûts cachés des déchets nucléaires](#), septembre 2019

²⁶ CRIIRAD, [Âge des réacteurs nucléaires de 900 MWe aux différentes étapes de la procédure d'autorisation de fonctionnement au-delà de 40 ans](#), juillet 2019.

Des réparations trop tardives

Le retour d'expérience des dernières années démontre qu'EDF ne respecte pas toujours ses engagements ou les prescriptions et délais fixés par l'ASN. Les documents ne sont pas transmis, les travaux faits avec retard, les demandes de dérogation et de délais supplémentaires se sont multipliées. Certaines modifications majeures exigées par l'ASN après l'accident de Fukushima ne sont toujours pas faites. C'est notamment le cas d'une partie des Diesels d'Ultime Secours (DUS), qui doivent permettre de garantir une alimentation électrique pour refroidir la centrale en cas de défaillance des autres systèmes d'alimentation électriques. L'ASN les a prescrits en 2012 et exigeait leur mise en place « *au plus tôt et en tout état de cause avant le 31 décembre 2018* ». EDF a attendu cinq ans pour informer l'ASN (en juillet 2017) qu'il ne serait pas en mesure de respecter la prescription pour les 54 réacteurs en raison de difficultés de construction et de mise en service. L'ASN a accepté la demande de l'exploitant d'échelonner les échéances jusqu'en 2021, permettant ainsi à l'exploitant de rester en conformité sans respecter les normes de conformité. D'autres mesures initialement annoncées comme « post-Fukushima » en 2012 ont été repoussées et intégrées aux travaux de la 4e visite décennale. En conséquence, le renforcement des mesures pour limiter le dénoyage des piscines et la mise en place du récupérateur de corium ne sera pas terminé avant 2034, soit 22 ans après la prescription publiée par l'ASN.

EDF a également négocié des reports dans le cadre de la VD4. Les travaux de mise aux normes vont se dérouler en deux voire trois phases: une phase A au début de la visite décennale, et une phase B quatre ans plus tard. Pour une partie des réacteurs, il y aura même une phase C de travaux à prévoir étant donné la quantité importante de modifications à réaliser et l'incapacité industrielle et économique d'EDF à les faire en une seule fois. Selon les calculs de la CRIIRAD²⁷, à l'issue des travaux, les réacteurs 900 MW auront tous dépassé 45 ans de fonctionnement et certains réacteurs auront même dépassé la cinquantaine à la fin des travaux (Bugey 3 et Cruas 2).

Le découpage des travaux en phases est lourd de conséquences. Il conduit d'ores et déjà à repousser de plusieurs années l'atteinte éventuelle de l'ensemble des exigences fixées dans le cadre de la prolongation. Entre chaque phase, les réacteurs continueront de fonctionner malgré les non-conformités et le non-respect des prescriptions de l'ASN. Cela ouvre également la voie à ce que certains travaux de la phase B soient renégociés au motif que cela ne vaut pas la peine de les faire pour une période de fonctionnement jugée « trop courte » si le réacteur doit définitivement s'arrêter d'ici sa 5e visite décennale (échéance prévue par la PPE). C'est exactement ce qui s'est passé dans le cas de Fessenheim : EDF a obtenu de ne pas installer les diesels d'ultime secours parce que la durée de fonctionnement des réacteurs de Fessenheim avant fermeture était jugée « courte ». En acceptant, l'ASN ouvre la porte à ce que certaines améliorations de sûreté

²⁷ CRIIRAD, [Âge des réacteurs nucléaires de 900 MWe aux différentes étapes de la procédure d'autorisation de fonctionnement au-delà de 40 ans](#), juillet 2019.

prescrites ne soient pas mises en œuvre dès lors qu'un réacteur n'a plus que quelques années de fonctionnement avant sa mise à l'arrêt définitif²⁸.

Réacteur nucléaire	1ère divergence	Age au 1er janvier 2020	Age à l'avis générique de l'ASN	Age début VD4	Age à prescription de l'ASN	Age aux derniers travaux VD4	Age à échéance VD5
Fess 1	03/1977	42,9	Fermeture définitive à 43 ans				
Fess 2	06/1977	42,5	Fermeture définitive à 43 ans				
Blayais 1	05/1981	38,6	39,7	40,9	42,9	45,4	50,9
Blayais 2	06/1982	37,5	38,6	41,8	43,8	46,3	51,8
Blayais 3	07/1983	36,5	37,5	42,7	44,7	47,2	52,7
Blayais 4	05/1983	36,7	37,8	42,9	44,9	47,4	52,9
Bugey 2	04/1878	41,7	42,8	42,9	44,9	47,4	52,9
Bugey 3	08/1978	41,4	42,4	45,6	47,6	50,1	55,6
Bugey 4	02/1979	40,9	42	42,1	44,1	46,6	52,1
Bugey 5	07/1979	40,5	41,6	42,7	44,7	47,2	52,7
Chinon 1	10/1982	37,2	38,3	41,4	43,4	45,9	52,4
Chinon 2	09/1982	36,3	37,4	42,5	44,5	47	52,5
Chinon 3	09/1986	33,3	34,4	43,5	45,5	48	53,5
Chinon 4	10/1987	32,2	33,3	43,5	45,5	48	53,5
Cruas 1	04/1983	36,8	37,8	43	45	47,5	53
Cruas 2	08/1984	35,4	36,5	45,7	47,7	50,2	55,7
Cruas 3	94/1984	35,3	36,8	41	43	45,5	51
Cruas 4	10/1984	35,2	36,3	41,5	43,5	46	51,5
Dampierre 1	03/1980	39,8	40,9	42	44	46,5	52
Dampierre 2	12/1980	39,1	40,2	41,3	43,3	45,8	51,3
Dampierre 3	01/1981	39	40	43,2	45,2	47,7	53,2
Dampierre 4	08/1981	38,4	39,5	43,7	45,7	48,2	53,7
Gravelines 1	02/1980	39,9	40,9	42,1	44,1	46,6	52,1

²⁸ Wise Paris, Respect des prescriptions et des exigences de sûreté par EDF : retour d'expérience sur les risques de dérive et de dérogation, novembre 2019.

Gravelines 2	08/1980	39,4	40,5	43,7	45,7	48,2	53,7
Gravelines 3	11/1980	39,1	40,2	42,3	44,3	46,6	52,3
Gravelines 4	05/1981	38,6	39,7	42,8	44,8	47,3	52,8
Gravelines 5	08/1984	35,4	36,5	41,7	43,7	46,2	51,7
Gravelines 6	07/1985	34,5	35,5	44,7	43,7	49,2	53,7
Saint Laurent 1	01/1981	39	40,1	44,2	46,2	48,7	54,2
Saint Laurent 2	05/1981	38,7	39,7	42,9	44,9	47,4	52,9
Tricastin 1	02/1980	39,9	40,9	40,1	42,1	44,6	51,1
Tricastin 2	07/1980	39,5	40,5	40,7	42,7	45,2	50,7
Tricastin 3	11/1980	39,1	40,2	42,3	44,3	46,8	52,3
Tricastin 4	05/1980	38,6	39,7	43,8	45,8	48,3	53,8

Source: tableau Greenpeace à partir de calculs de la Criirad 2019.

Face à ces dérives, trop de compromis et de dérogations

Les exigences en matière de sûreté sont régulièrement revues à la baisse pour permettre au parc nucléaire de fonctionner malgré les anomalies, les non-conformités et les difficultés industrielles, techniques et financières d'EDF. Il arrive que l'ASN modifie la règle pour s'adapter à l'exploitant plutôt que de contraindre l'exploitant à respecter ses obligations. Prenons le cas de l'anomalie détectée²⁹ sur trois générateurs de vapeur fabriqués à l'usine Creusot-Forge : deux d'entre eux étaient déjà installées, l'un non. En ce qui concerne celui installé à Fessenheim, en juillet 2016, l'ASN indique qu'elle « *n'aurait pas délivré le certificat d'épreuve [...] si l'information relative à cette non conformité avait été portée à sa connaissance* », mais autorise finalement EDF à redémarrer son réacteur. A Gravelines, le générateur n'étant pas encore installé sur le réacteur n°5, l'irrégularité a été jugée inacceptable et le générateur de vapeur mis au rebut. Le 15 mars 2018, devant la commission d'enquête sur la sûreté et la sécurité des installations nucléaires de l'Assemblée nationale, D. Minière, Directeur du parc nucléaire d'EDF, reconnaissait que le choix d'accepter ou non l'utilisation des générateurs de vapeur concernés dépendait du fait qu'ils étaient déjà installés ou non.

²⁹ Une partie de la pièce n'a pas été fabriquée selon le programme technique de fabrication retenu. En effet une partie du lingot utilisé aurait dû être chuté pour éliminer la « masselotte » (partie présentant des caractéristiques métallurgiques, chimiques et mécaniques dégradées), mais ne l'a pas été autant que nécessaire.

La même chose s'est produite en 2017 lorsque l'ASN a validé la mise en service de la cuve de l'EPR malgré l'anomalie détectée la fragilisant en cas de choc thermique. Le système de sûreté a permis à Areva de fabriquer une pièce (le couvercle de la cuve) sans qualification technique, à EDF de l'installer avant qu'elle soit homologuée, puis, mis devant le fait accompli, l'ASN en a accepté la mise en service malgré sa non-conformité due à des propriétés mécaniques et à une qualité inférieures à celles attendues. Dans ce contexte, quelles normes de sûreté seront réellement appliquées à l'issue des 4e visites décennales?

Une capacité de contrôle et de sanction limitée

L'écart se creuse de plus en plus entre l'exigence et la réalité. Les non-conformités risquent de se multiplier. C'est d'autant plus inquiétant qu'elles ne seront pas toutes contrôlées ni détectables : la filière opère des contrôles par sondage, et une partie des équipements sont enterrés ou invisibles (en Belgique, des anomalies dans la qualité du béton ont été découvertes mais seulement après qu'un pan de mur se soit effondré). L'ASN est-elle en capacité de contrôler et de sanctionner l'exploitant en cas de manquements? Ses options sont limitées. Elle peut envoyer un courrier de mise en demeure à EDF (en 2018, il y en a eu cinq). En cas de "risques graves et imminents", elle peut suspendre le fonctionnement d'une INB (en moyenne, on dénombre une suspension par an). En outre, l'ASN ne dispose pas de pouvoir de sanctions à ce jour contrairement à la majorité des autorités de contrôle indépendantes (AMF, CRE, Autorité de la concurrence etc.). Il est prévu depuis une ordonnance de 2016 n°2016-128, qu'elle soit dotée d'une commission des sanctions qui n'a toujours pas vu le jour, plus de quatre ans après.

Plus généralement, le cadre juridique n'est aucunement dissuasif pour l'exploitant. Dans le secteur du nucléaire, les manquements aux prescriptions de l'ASN et aux règles régissant les installations nucléaires de base sont constitutifs d'amendes contraventionnelles, soit 1 500 euros d'amende³⁰ (par exemple, si EDF ne respecte pas les normes post-Fukushima ou ne procède pas à la visite décennale, ou ne transmet pas le rapport de réexamen). En d'autres termes, lorsque EDF ne respecte pas les décisions de l'ASN pour garantir la sûreté du secteur industriel le plus dangereux en France pour l'environnement et la santé publique, il risque autant qu'un conducteur qui commet un excès de vitesse. La sanction du non-respect de la mise en demeure n'est pas plus dissuasive compte tenu du faible nombre de mises en demeure. Et encore, pour être sanctionné, il faut que l'action publique soit enclenchée soit par une plainte d'associations soit par un signalement de l'ASN, comme cela a été le cas dans l'affaire des falsifications à l'usine Creusot Forge. Cependant, cela ne garantit pas que le Parquet

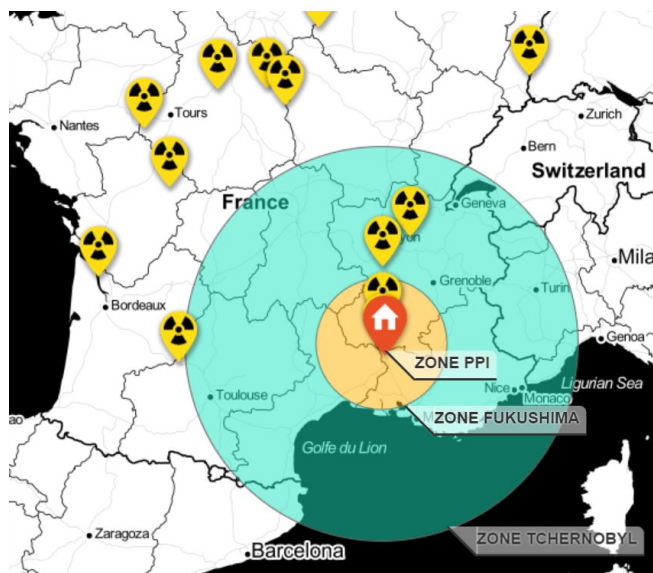
³⁰ Article R596-16 du code de l'environnement

déclenche des poursuites et, à ce jour, les principales sanctions pénales prononcées contre EDF l'ont été uniquement suite à des plaintes d'associations.

Manquement	Sanction potentielle
Non-respect d'une prescription de l'ASN	1500 euros d'amende
Absence de visite décennale	1500 euros d'amende
Rapport de ré-examen non transmis à l'ASN	1500 euros d'amende
Non-respect d'une mise en demeure de l'ASN	2 ans d'emprisonnement et 100 000 euros d'amende
Non-déclaration d'un accident ou incident nucléaire qui risque d'avoir des conséquences notables pour la sûreté dans les meilleurs délais	1 an d'emprisonnement et 15 000 euros d'amende
Délit de pollution des eaux	2 ans d'emprisonnement et 75 000 euros d'amende

5. Le cas du réacteur 1 de Tricastin : obsolète et dangereux

La centrale de Tricastin est située dans le Gard. En 2017, environ 1,9 million de personnes³¹ vivaient dans un rayon de 80 km autour de la centrale. La centrale est située à 26 km de Montélimar et 45 km d'Avignon. La région est connue pour ses nombreuses AOC, son attrait touristique et son pôle économique (viticulture). Le vignoble de la vallée du Rhône est le 2e vignoble français d'AOC en superficie et en production pour le conventionnel et le Bio. Produits sur six départements, les vins de la vallée du Rhône représentent la première activité économique de la région. Les plus grands axes routiers, autoroutiers et ferroviaires d'Europe passent dans une zone située à moins de 10 km de la centrale : l'autoroute A7 (500 m), la nationale N7 (3,5 km), le Rhône (6,5 km), la ligne TGV Paris-Marseille (2,5 km), la ligne de fret SNCF Nord-Sud (2,5 km). En cas d'accident majeur et en raison des conditions météorologiques et topographiques des lieux, c'est toute la vallée du Rhône jusqu'à Marseille qui serait fortement contaminée.



³¹ Source: [Le Figaro](https://www.lefigaro.fr). Tableau avec nombre d'habitants à proximité de chaque centrale

Déjà 40 ans de fonctionnement

La centrale de Tricastin est composée de quatre réacteurs nucléaires mis en service entre 1980 et 1981. C'est la 3^e plus ancienne de France. Les travaux sur le site ont commencé en 1974. La 1^{ère} divergence du 1^{er} réacteur (la 1^{ère} réaction en chaîne dans le cœur du réacteur) s'est produite en février 1980. De 1980 à 2012, les quatre réacteurs de Tricastin avaient pour principale fonction d'alimenter l'usine d'enrichissement de Pierrelatte. Celle-ci a fermé et la centrale produit désormais de l'électricité pour le réseau. Les quatre réacteurs atteignent leurs 40 années de fonctionnement entre 2020 et 2021 et arrivent donc à la fin de la durée de vie prévue par leurs concepteurs. Mais la volonté d'EDF est de prolonger leur durée de fonctionnement d'au moins 10 ans, sinon plus. Cette volonté est soutenue par la PPE qui prévoit 12 fermetures (dont deux à la centrale du Tricastin) mais entre 2027 et 2035 seulement, à échéance de leur 5^e visite décennale³².

Dans ce contexte, la 4^e visite décennale de Tricastin 1 est particulièrement importante : c'est le 1^{er} réacteur qui sera autorisé ou non à fonctionner au-delà de 40 ans. C'est donc la première fois que EDF et l'ASN vont définir les exigences de sûreté pour autoriser un réacteur à fonctionner au-delà de 40 ans. L'exercice est inédit car la prolongation du réacteur n°1 de Tricastin n'a rien d'évident : c'est le réacteur le plus touché par des défauts sous revêtement (fissures) depuis sa construction, il est situé en zone sismique et il est protégé des inondations par une digue dont la résistance n'est pas démontrée. Trois de ses générateurs de vapeur sont touchés par des anomalies qui les rendent plus fragiles en cas de choc thermique. Fin 2014, le réacteur 1 comptabilisait déjà 15 « évènements précurseurs » à son actif, plus que les autres réacteurs du parc (12,6 évènements précurseurs par réacteur en moyenne³³). Ces évènements significatifs sont jugés très préoccupants et « précurseurs » par l'ASN car ils augmentent les risques de fusion du cœur et d'accident grave. EDF a été pointé du doigt à plusieurs reprises pour mauvaise gestion du site : incidents déclarés très en retard et minimisés, et fuites de tritium dans les nappes phréatiques en 2013 et en 2019. Pour autant, aucune étude d'impact environnemental n'est prévue, et il n'y a aucune transparence sur la prise en compte des failles de Tricastin, ses impacts environnementaux, sa résilience face aux séismes et aux impacts du changement climatique, aux agressions non naturelles.

Une cuve fragilisée

Le réacteur n° 1 remporte la palme de la cuve la plus fissurée de France, avec sa vingtaine de « défauts sous revêtement », connus de longue date. Selon l'IRSN, « *Malgré une conception et une fabrication soignées, certains défauts ont pu néanmoins se produire en fabrication. Les principaux sont les défauts sous revêtement (DSR) et les défauts dus*

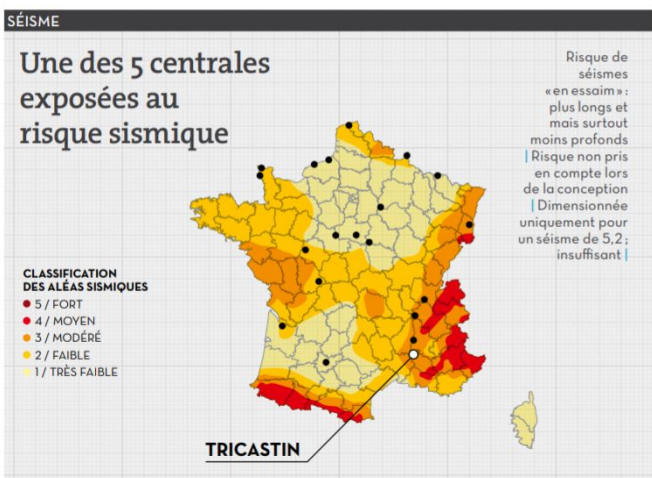
³² Seuls les deux réacteurs fermés en 2027 et 2028 seraient fermés en anticipation de la 5^e visite décennale. La PPE envisage également la fermeture de deux réacteurs entre 2025 et 2026 mais sous condition ([page 155 de la PPE soumise à consultation](#))

³³ Bernard Laponche, Les évènements précurseurs dans les centrales nucléaires françaises, Global Chance, septembre 2018.

à l'hydrogène (DDH) »³⁴. Huit cuves du parc sont concernées mais la cuve du réacteur n° 1 de la centrale du Tricastin concentre à elle seule 20 défauts, dont un de plus de 11 millimètres. Pour rappel, la cuve est le cœur du réacteur, soumise à une forte irradiation et sa solidité est essentielle. La rupture de la cuve signifierait une catastrophe nucléaire majeure et non prise en compte par les concepteurs de la centrale. Lors de la 2e visite décennale, une vingtaine de fissures ont été découvertes dans l'épaisseur de l'acier dans la zone de cœur (soumise à une forte irradiation) de la cuve. À l'issue de la troisième visite décennale du réacteur en 2009, de nouvelles fissures ont été détectées. Les défauts de revêtement se multiplient donc malgré les dires d'EDF. L'ASN a exigé entre 2013 et 2015 un nouveau contrôle de la zone de la cuve concernée afin d'observer d'éventuelles évolutions des fissures ainsi que la mise en place d'un dispositif de préchauffage de l'eau du circuit de refroidissement de sécurité pour éviter une rupture de la cuve par un choc thermique chaud-froid en cas de recours à ce circuit de secours. Dans un récent avis, l'IRSN estime qu'il n'y a pas de risque de rupture brutale de la cuve mais sous réserve de confirmation que les défauts n'ont pas évolué. Cette confirmation n'existe pas encore à ce stade. Par ailleurs, les mesures prévues par EDF en cas de fusion du cœur et de percée de la cuve par le corium (voir chapitre 2 de la note) sont jugées insuffisantes par l'IRSN³⁵: « L'IRSN considère que la prise en compte par EDF de l'impact radiologique de la modification déployée sur le site du Tricastin n'est pas satisfaisante ».

Séismes et inondations : attention, danger!

La centrale du Tricastin est une des cinq centrales les plus exposées au risque sismique. La centrale a été conçue pour résister à un séisme de 5,2 avec une marge de 0,5 par rapport au séisme de référence, avec les technologies disponibles à l'époque de sa



construction (ainsi, la centrale de Cruas située aussi en zone sismique de niveau 3 à 30 km au nord de Tricastin fait appel à une autre technologie puisqu'elle a été construite une dizaine d'années après sur des plots antisismiques comportant un intercalaire en caoutchouc permettant d'amortir le choc de l'onde sismique). La centrale est située en contrebas du canal de Donzère-Mondragon, six mètres en dessous de sa source d'eau permettant le refroidissement indispensable des réacteurs. La centrale de Tricastin est soumise à un risque de perte de sa source froide si la digue gauche du canal ou le barrage hydraulique de Bollène cédait. En

cas de rupture du barrage ou des portes de l'écluse, le niveau d'eau dans le canal

³⁴ Document IRSN « Les cuves des réacteurs nucléaires », dans la série « Faire avancer la sûreté nucléaire ».

³⁵ Avis IRSN/2019-00042

diminuerait brutalement, faisant perdre à la centrale de Tricastin sa capacité à refroidir ses réacteurs et créant les conditions d'un accident d'ampleur. Après la catastrophe de Fukushima, l'ASN a demandé en 2012 à EDF de réaliser des études de robustesse au séisme des digues de Tricastin. En 2017 seulement, EDF informe l'ASN que la stabilité d'un tronçon de la digue n'est pas démontrée pour le Séisme majoré de sécurité (SMS). En cas de rupture, l'inondation pourrait entraîner un accident de fusion du combustible des quatre réacteurs, ainsi que de ceux entreposés dans les piscines d'entreposage. En septembre 2017, l'ASN a ordonné la mise à l'arrêt des quatre réacteurs de la centrale de Tricastin « *dans les délais les plus courts* ». Il aura donc fallu 10 ans pour que le problème soit finalement pris en charge. Dix années pendant lesquelles un risque d'accident majeur a perduré, sans que l'ASN ne contraigne l'exploitant à faire les reconnaissances et études demandées rapidement. Et encore, le danger subsiste : malgré les travaux, l'IRSN les estime insuffisants et recommande que des renforcements supplémentaires soient mis en œuvre dans les meilleurs délais pour assurer la stabilité de la digue en cas de séisme³⁶. Depuis, les travaux ont été reportés à fin 2022³⁷ et ne seront donc pas réalisés à l'issue de la première VD4 du site actuellement en cours. En attendant, en cas de nouveau séisme dans la région, le risque de rupture de la digue et d'inondation de la centrale est bien réel : pour rappel, Les capteurs installés par l'IRSN près du site du Tricastin ont enregistré le séisme du Teil le 11 novembre 2019.

Une forte vulnérabilité aux agressions ou chutes d'avion

Le réacteur de Tricastin est protégé par une enceinte de confinement à paroi simple et non doublée (contrairement à l'EPR de Flamanville). Ce principe rend les réacteurs plus vulnérables aux agressions externes. Plus grave encore, les piscines de combustible usé situées au pied de chaque réacteur sont très vulnérables du fait de leur positionnement en hauteur, de la configuration des lieux et de l'absence de confinement. La centrale est notamment située à proximité de trois aéroports.

Les conséquences d'une chute volontaire ou accidentelle sur une des quatre piscines de la centrale de Tricastin seraient potentiellement supérieures à celle d'un accident majeur survenant sur un réacteur. Si le combustible n'est plus refroidi sous l'eau, son échauffement jusqu'à sa fusion relâcherait une fraction significative de sa radioactivité dans l'environnement. La présence de combustible MOX renforce la réactivité et la puissance thermique résiduelle des réacteurs mais aussi des piscines. Elle aggrave les conséquences potentielles d'un accident majeur par la présence accrue de plutonium, plus radiotoxique que les autres matières rejetées en cas d'accident.

Un problème de pollution chronique

En matière de protection de l'environnement, l'ASN estimait dans son rapport annuel publié en 2019 que « *les performances de la centrale nucléaire, tout en étant conformes à l'appréciation générale portée sur EDF, sont contrastées. L'ASN relève une fragilité*

³⁶ IRSN, Avis IRSN/2017-00371, 26 novembre 2017: « l'absence d'effet falaise au-delà du SMS et la stabilité au SND de la « digue en gravier » ne sont pas garanties »

³⁷ ASN, Décision n°2019-DC-0674 du 25 juin 2019.

persistante sur les systèmes de traitement des effluents radioactifs, ainsi que sur la question du confinement des effluents liquides. Concernant les déchets, leur gestion reste également perfectible »³⁸. Cette pollution chronique est régulièrement minimisée et passée sous silence : l'incident de novembre 2019 a été communiqué au public et à la Commission Locale d'Information 2 mois et demi seulement après l'incident. De même, en août 2018, une importante inondation interne a été présentée comme un simple "écoulement d'eau" stoppé très rapidement. D'après les informations recueillies par Mediapart et la vidéo qui en témoigne, pas moins de 10 cm d'eau recouvraient le sol de locaux situés en zone nucléaire. Cette eau fortement contaminée en tritium a pu s'infiltrer dans le sol, les joints entre les bâtiments étant défectueux, et potentiellement contaminer les eaux souterraines.

Le 6 novembre 2019, en pleine 4e visite décennale, EDF alertait l'ASN sur des taux anormalement élevés de tritium dans l'eau sous la centrale de Tricastin à hauteur de 1150 becquerels par litre. Ces taux dépassaient le seuil autorisé de 1000 becquerels/L. Depuis, la tuyauterie du réservoir d'effluent à l'origine de la fuite a été réparée, mais selon EDF³⁹ « quelques pics d'activités en tritium, jusqu'à 5300 Bq/l⁴⁰, ont été relevés en novembre et décembre 2019 » et « nous pourrions observer, toujours en lien avec cet événement, de nouvelles fluctuations ou pics de l'activité en tritium au niveau de la nappe interne, dans les semaines voire les mois à venir ». EDF assure que la pollution est confinée grâce à l'enceinte de béton souterraine qui entoure le sous-sol de la centrale, mais le tritium est un isotope sous forme gazeuse très difficile à contenir (en 2013, suite à une fuite dans un bâtiment en sous-sol et faute de joints étanches entre les bâtiments, le tritium avait migré jusqu'à la nappe et [pollué les eaux souterraines](#)). En outre, à terme, les eaux de la nappe contaminées par le tritium seront pompées et rejetées dans le canal de Donzère-Mondragon en toute légalité. EDF précise que la pollution à l'extérieur de la centrale est « conforme » aux valeurs habituellement observées. Selon la CRIIRAD, cela « ne signifie pas qu'il n'y a pas de pollution, mais qu'elle est devenue chronique »⁴¹.

³⁸ ASN, [La sûreté nucléaire et la radioprotection en France en 2018](#), rapport publié en 2019.

³⁹ [Note EDF](#) publiée en janvier 2020.

⁴⁰ 53000 becquerels correspond à un niveau 2000 fois plus élevé que le niveau de tritium détectable dans une nappe d'eau non contaminée.

⁴¹ http://www.criirad.org/installations-nucl/tricastin-mesures/CP_CRIIRAD_200123_tritium_Tricastin.pdf

Conclusion

Sous la double impulsion de l'exploitant EDF et de l'Etat depuis 2008, la prolongation des réacteurs nucléaires français au-delà de 40 ans est en train de s'imposer de fait et sans réel débat démocratique au motif qu'il n'y aurait pas d'alternative. D'une part, les conditions et les conséquences de la prolongation de l'ensemble du parc n'ont jamais été clairement exposées et débattues alors qu'elles soulèvent de nombreuses questions techniques, industrielles et environnementales qui ne sont pas résolues. D'autre part, les conditions permettant d'offrir une alternative n'ont sciemment pas été réunies à ce jour. La France a accumulé un retard considérable sur ses objectifs de développement des énergies renouvelables, notamment dans le domaine de l'éolien offshore, et de réduction de la consommation d'énergie.

L'inconséquence de la filière nucléaire, que l'Etat a repris à son compte de longue date, nous emmène sur un chemin de plus en plus risqué : demain, l'ASN pourrait devoir arbitrer entre la sûreté d'exploitation et la sécurité d'approvisionnement. Les failles qui sont apparues au grand jour dans le cadre du chantier de l'EPR de Flamanville ne sont pas propres au nucléaire « neuf ». Les mêmes symptômes s'expriment dans la gestion du parc vieillissant. L'opacité a longtemps permis de dissimuler l'état d'une filière qui n'est jamais sanctionnée à la mesure de ses défaillances. Plutôt que de faire payer ces erreurs au consommateur à travers une nouvelle régulation tarifaire du nucléaire et au contribuable via une nouvelle restructuration, il est urgent de planifier une sortie du nucléaire dès que possible. Toutes les technologies sont aujourd'hui disponibles pour que l'Etat décide de produire progressivement une électricité 100% renouvelable. Ce qui hier pouvait paraître utopique est devenu une option crédible, économiquement et techniquement rationnelle, créatrice d'emplois et de valeur sur les territoires. Elle est aussi résolument écologique et porteuse de résilience face aux dérèglements climatiques.

Greenpeace France demande :

- Un calendrier précis de fermeture pour tous les réacteurs approchant l'échéance des 40 ans afin d'anticiper et d'organiser la reconversion économique des territoires.
- La mise en œuvre de mesures pour réduire la consommation d'électricité française (rénover les millions de logements mal isolés, supprimer les chauffages électriques médiocres).
- Un plan d'action et d'investissement pour produire une électricité 100% renouvelable.

Pour aller plus loin

- ASN, [La sûreté nucléaire et la radioprotection en France en 2018](#), rapport publié en 2019.
- Becker, Besnard, Boilley, Lyman, MacKerron, Marignac et Zerbib, “[La sécurité des réacteurs nucléaires et des piscines d’entreposage du combustible en France et en Belgique, et les mesures de renforcement associées](#)”, résumé du rapport, octobre 2017.
- CRIIRAD, [Âge des réacteurs nucléaires de 900 MWe aux différentes étapes de la procédure d’autorisation de fonctionnement au-delà de 40 ans](#), juillet 2019
- Greenpeace, [50% de nucléaire : 5 centrales nucléaires à fermer en priorité](#), 2013
- Greenpeace, [A quel prix ? Les coûts cachés des déchets nucléaires](#), septembre 2019.
- Bernard Laponche, [note sur les évènements précurseurs dans les centrales nucléaires françaises](#), Global Chance, septembre 2018.
- Bernard Laponche, Note sur le récupérateur de corium, Global Chance, septembre 2019.
- Bernard Laponche, [rapport sur les anomalies génériques dans le parc électronucléaire](#), Global Chance, mai 2018.
- Manfred Mertins, [Etude en vue de l’augmentation du niveau de sûreté des réacteurs nucléaires du palier de puissance 900 MW en France dans le cas d’une prolongation de leur durée d’exploitation](#), rapport pour Greenpeace, mars 2019.
- Wise Paris, [Respect des prescriptions et des exigences de sûreté par EDF : retour d’expérience sur les risques de dérive et de dérogation](#), octobre 2019
- Wise Paris, [Processus de 4ème réexamen périodique de sûreté des réacteurs de 900 MWe d’EDF État des lieux et principaux enjeux](#), mars 2019
- Wise Paris, [L’échéance des 40 ans pour le parc nucléaire français](#), rapport pour Greenpeace, 2014
- Wise-Paris, [Trajectoire du parc nucléaire et transformation du système électrique : l’attentisme coupable de la Programmation pluriannuelle de l’énergie \(PPE\)](#); janvier 2019.