DÉBAT PUBLIC

NOUVEAUX RÉACTEURS NUCLÉAIRES ET PROJET PENLY

1ER CYCLE D'ARGUMENTATION

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ELEMENTS A FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Fiche à retourner à la CPDP pour le 21 septembre, **format limité à deux pages A4 maximum (environ 4000 caractères, ou moins si possible)**, en référence à une des sept questions de la liste donnée en annexe.

Chaque membre peut choisir une ou plusieurs des sept questions citées en annexe, et donner son point de vue argumenté sur chacune de ces questions, en remplissant une fiche pour chacune des questions retenues, avec les éléments sur lesquels se fonde l'argumentation : source, données expérimentales, constats, etc.

Dans la phase suivante, **entre le 26 septembre et le 15 octobre**, chaque membre qui le souhaite sera invité à fournir sous la même forme, s'il y a lieu, les contre-arguments qu'il présente face aux points de vue exprimés dans ce 1er cycle d'argumentation.

Question n° : …

Intitulé de la question : …

Point de vue et argumentation initiale fournie par :

Rédaction (4000 caractères maxi) :

Annexe : liste, intitulé et commentaire explicatif des sept questions soumises au groupe de travail de clarification des controverses techniques.

Question n° 1 : Pourquoi lancer la construction de nouveaux réacteurs nucléaires ?

Cette première question suppose traités dans les questions suivantes les critères de sûreté et de sécurité, indispensables mais ne justifiant pas par eux-mêmes le lancement d'un nouveau programme. Elle regroupe les interrogations sur les critères justifiant le programme présenté dans le dossier de saisine, hormis les arguments économiques (très importants, mais qui feront l'objet d'un séminaire spécialisé du débat public), à savoir :

- l'atteinte de la neutralité carbone de la France, aux échéances fixées,
- l'indépendance énergétique,
- le fonctionnement en suivi de charge des réacteurs avec des ENR intermittentes.

Question n° 2 : Pourquoi lancer la construction de nouvelles centrales nucléaires sous la forme d'un programme de réacteurs identiques (3 paires dans le programme présenté) ?

Question n° 3 : Le programme de réacteurs EPR2 prend-il en compte le retour d'expérience de la construction des EPR et de l'exploitation des réacteurs de deuxième génération ?

Cette question englobe :

- le retour d'expérience technique et « projet » associé à la construction des EPR en France et dans le monde,
- la prise en compte des problèmes techniques rencontrés sur le parc des réacteurs de deuxième génération,
- la capacité industrielle disponible pour réaliser le programme en lien avec la question 2, dans le respect des critères de qualité, délais et coûts annoncés.

Question n° 4 : Est-ce que l'EPR2 est le bon choix de réacteur ?

Cette question englobe :

- les conséquences des évolutions de conception entre EPR et EPR2 sur le niveau de sûreté,
- le choix d'une puissance de 1 670 MWe et son insertion dans le réseau et le mix électrique,
- les solutions alternatives.

Question n° 5 : Quel est l'impact du programme de nouveaux réacteurs sur le cycle du combustible et la gestion des déchets ?

Cette question englobe, au regard des besoins en investissements et en exploitation :

- l'approvisionnement en uranium naturel,
- le recyclage de l'uranium et du plutonium produits par le retraitement des combustibles EPR2 usés (option du DMO = mono recyclage),
- l'entreposage des combustibles usés en attente de retraitement ou de stockage,
- la production de déchets radioactifs, en particulier des déchets de haute activité à vie longue et leur stockage.

Question n° 6 : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux effets du changement climatique est-elle suffisamment réduite ?

Question n° 7 : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux risques sociétaux (attentats, malveillance) ou géopolitiques (guerres) est-elle suffisamment réduite ?

Remarque : Le risque sismique, au même titre que les risques d'origine naturelle ou humaine autres que ceux mentionnés aux questions 6 et 7, n'a finalement pas été intégré dans les questions : en effet les réacteurs sont dimensionnés pour résister à un séisme majoré de sécurité adapté au site d'implantation et être robuste pour un séisme extrême défini dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté (stress tests).

La façon de déterminer les séismes et de concevoir l'installation sont définis dans des guides de l'ASN. La controverse pourrait porter sur le niveau de ces aléas. Ceci est examiné en détail lors de l'instruction technique des dossiers par l'autorité de sûreté nucléaire, avec l'appui de spécialistes en sismologie, en génie civil et en mécanique.

La démarche est la même pour les autres risques externes, qu'ils soient d'origine naturelle ou humaine. La discussion est individualisée pour chaque site d'implantation. Bien qu'essentielles, ces questions ne sont pas intégrables aisément dans les délais de notre débat public qui concerne l'opportunité d'un programme nucléaire, notamment par la diversité des experts et des situations locales qui seraient concernés.

Clarification des controverses techniques

Contribution de France Nature Environnement au 1er cycle d'argumentation

Question n°1 : Pourquoi lancer la construction de nouveaux réacteurs nucléaires ?

Cette première question supposée traitée dans les questions suivantes, les critères de sécurité indispensables mais ne justifiant pas par eux-mêmes le lancement d'un nouveau programme. Elle regroupe les interrogations sur les critères justifiant le programme présenté dans le dossier de saisine, hormis les arguments économiques, à savoir :

- L'atteinte de la neutralité carbone de la France, aux échéances fixées,
- L'indépendance énergétique
- Le fonctionnement en suivi de charge des réacteurs avec des ENR intermittentes

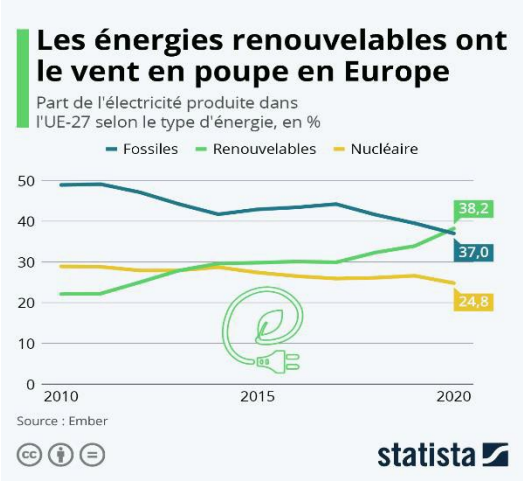
France Nature Environnement ne partage pas « *Les raisons d'être d'un programme de nouveaux réacteurs nucléaires* » présentées par le Maitre d'ouvrage dans la synthèse du dossier de saisine publiée par la Commission nationale du Débat public le 20 avril 2022. La relance de la filière nucléaire ne nous apparaît pas comme un moyen adapté, proportionné et efficient pour garantir l'emploi, participer à la réindustrialisation de la France, préserver la souveraineté énergétique et garantir une maîtrise des coûts.

Le choix de mettre en œuvre un programme de construction de nouveaux réacteurs nucléaires nous apparaît comme anachronique, risqué, dispendieux et précaire pour atteindre des objectifs tant économiques que sociaux, c'est-à-dire la nécessité de garantir au plus grand nombre un accès à une énergie sûre, disponible et propre au moindre coût.

FNE constate que ce projet est trop tardif et trop cher pour répondre aux enjeux du changement climatique

En effet, le spectacle qu'offre à tous les tentatives successives de relance de la filière nucléaire depuis le début du siècle justifie d'envisager d'autres solutions qui ne sont pas seulement techniques pour proposer une énergie décarbonée comme le suggère l'Ademe ou RTE :

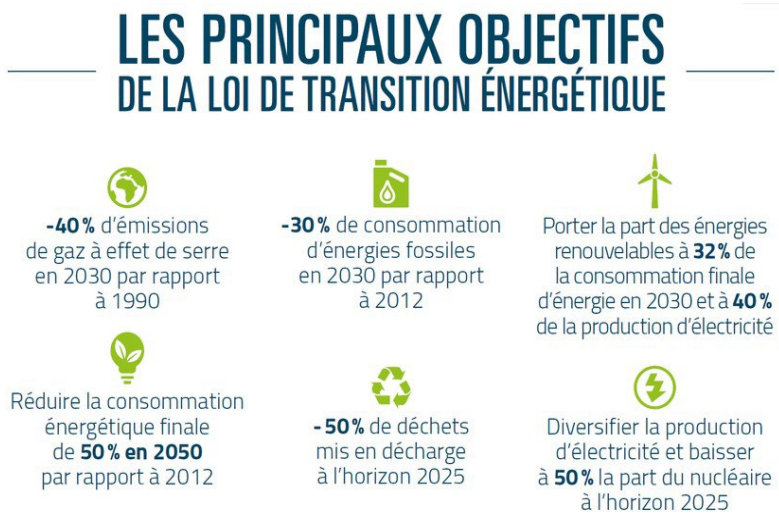
1. La filière nucléaire ne maitrise ni ses couts, ni les délais de ses opérations et autres projets et encore moins ses installations au vu de la très médiocre disponibilité du parc nucléaire en France et ailleurs ;
2. La filière nucléaire depuis les chantiers des réacteurs N4, à la fin du siècle dernier, est exposée à une perte de compétences et de savoir-faire préjudiciable à la robustesse, à la sûreté et à la disponibilité de ses installations,
3. La filière nucléaire ne maitrise guère ni l'amont ni l'aval de la production d'électricité au vu des difficultés de mettre en œuvre une gestion soutenable des matières et déchets radioactifs accumulées depuis plus de soixante ans comme l'a donné à voir le précédent débat public sur le PNGMDR,
4. La filière nucléaire ne maitrise pas non plus ses impacts, ses prélèvements et ses rejets à une époque où un grand nombre d'industries donnent à voir un souci réel pour la protection de l'environnement et de la santé publique,
5. Enfin, il convient de reconnaître que d'autres technologies sont aujourd'hui disponibles pour concevoir un nouveau mixe énergétique résilient dans un contexte global de crise environnementale.



Alors que la plupart des pays de l'Union européenne font le choix d'une transition énergétique active au moyen d'un développement soutenu des énergies renouvelables et d'efforts réels pour la maitrise de la demande d'énergie, la France emprunterait une voie pour le moins fragile en exhumant un projet nucléaire qui n'a fait l'objet d'un quelconque consensus.

La nécessaire indépendance énergétique à laquelle chacun aspire dans un contexte de déplétion des ressources de stock, d'instabilité des marchés et de tensions géopolitiques, invite d'envisager d'autres solutions que la relance de la filière nucléaire.

Peu importe que « *le réacteur EPR2 est un réacteur EPR qui a été optimisé* », la technologie nucléaire reste une solution d'hier qui se distingue par les risques immenses auxquels elle expose chacun, par un modèle de production centralisé, rigide et coûteux et surtout par le très grand nombre de contraintes sociales, environnementales et policières qu'elle génère.



France Nature environnement considère en conséquence que le programme de nouveaux réacteurs nucléaires proposé par le maitre d'ouvrage n'est ni opportun ni nécessaire pour atteindre les objectifs définis par la Loi de transition énergétique votée à l'issue du Débat national sur la transition énergétique.

Le nucléaire n'est ni une énergie renouvelable ni un moyen pour mettre en œuvre un nouveau système énergétique décarboné.

Le caractère impérieux du changement climatique, de la crise de la biodiversité et des tensions économiques dans le monde, nous invite à envisager d'autres solutions moins onéreuses, moins risquées et surtout plus rapidement disponible.

En effet le programme proposé par le maitre d'ouvrage quel que soit son coût effectif _ qui reste encore à évaluer_ est une solution qui ne respecte d'aucune manière les objectifs de sobriété et d'efficacité qui s'imposent pour opérer une transformation profonde de la production et de la consommation d'énergie dont chacun reconnaît la nécessité.

France Nature environnement somme toute s'interroge sur l'opportunité de relancer la filière nucléaire ne reconnaissant ni les modalités ni les objectifs présentés par le maitre d'ouvrage. Nous redoutons que la France fasse fausse route une fois encore au péril des adaptations nécessaires et urgentes de notre modèle énergétique et du droit de tou(te)s de disposer d'une électricité sûre et propre au moindre coût.

Global Chance – Question 1
Pourquoi lancer la construction de nouveaux réacteurs nucléaires ?

*

EDF justifie le lancement d'un nouveau programme nucléaire par quatre arguments : l'indépendance énergétique, l'augmentation de la consommation d'électricité, la contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre (« décarbonation »), une production « pilotable » qui accompagne le développement des énergies renouvelables.

L'argument de l'indépendance énergétique nous rappelle très exactement les arguments avancés pour justifier le « Programme Messmer » d'accélération massive de la construction de réacteurs nucléaires en réponse au choc pétrolier de 1973-74, instaurant la politique du « tout électrique-tout nucléaire » conduisant au développement massif du chauffage électrique et à la « pointe d'hiver » annuellement redoutée encore plus aujourd'hui.

C'est donc de la politique énergétique qu'il faut discuter et, à cet égard, dans sa présentation du programme EPR2, EDF rappelle bien que la consommation finale d'énergie doit baisser de 40% en 2050 par rapport à 2012 (mais oubli le 20% en 2035). Le premier instrument est donc la maîtrise des consommations : « consommer moins et consommer mieux » est le premier facteur de l'indépendance énergétique. Cela doit s'appliquer évidemment à toutes les consommations, y compris celle d'électricité. De plus, l'indépendance apportée par le nucléaire est toute relative puisque l'uranium est entièrement importé et que l'électricité d'origine nucléaire ne représente qu'une fraction de la consommation énergétique finale (18% aujourd'hui).

EDF présente ensuite deux arguments : l'augmentation de la consommation d'électricité et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

L'augmentation de la consommation d'électricité serait justifiée par le passage de l'usage des combustibles fossiles à l'usage de l'électricité dans presque tous les secteurs. Alors que l'on sait très bien que, hors électricité, les énergies renouvelables, solaire thermique, géothermie, biomasse, réseaux de chaleur, biogaz, biocarburant, peuvent répondre de façon très importante à de nombreux besoins de chaleur et de carburant. D'autre part, l'hydrogène produit par l'électricité renouvelable pourra satisfaire les usages dans l'industrie et certains transports. Si l'on peut admettre une certaine augmentation de la part de l'électricité en pourcentage, sa baisse en valeur absolue apparaît très clairement dans des scénarios de l'ADEME, RTE et négaWatt.

Quant à la « décarbonation » à l'horizon 2050 (engagement de la France), la construction de 6 EPR2 sur la période 2037-2050 ne fera qu'augmenter les émissions de gaz à effet de serre d'une quantité notable, bien avant sa « compensation » bien tardive de leur fonctionnement prévu pour 60 ans, alors qu'elle sera assurée dès aujourd'hui par la mise en œuvre avec une amplitude croissante par la construction beaucoup plus rapide d'installations éoliennes (sur terre et en mer) et photovoltaïques (centrales et toitures).

Enfin, le nucléaire a toujours été considéré comme devant fonctionner en base, pour des considérations techniques et de sûreté mais aussi de coût. La modulation de la production nucléaire pour répondre aux variations de production des énergies renouvelables non thermiques deviendrait de plus en plus pénalisante avec l'augmentation de la production des énergies renouvelables. Ajoutons que les centrales à biomasse, déchets et gaz renouvelable, peuvent fonctionner sans variabilité mais aussi servir à compenser la variabilité des éoliennes et du photovoltaïque, en complément des moyens de stockage (STEP et autres) qui se développent rapidement. Ce que l'on peut craindre est que la construction de nouveaux réacteurs ne bloque de fait le développement des énergies renouvelables afin d'assurer une place suffisante au nucléaire

Nous n'abordons pas ici le coût du programme nucléaire envisagé, à notre avis très supérieur à celui d'un programme d'économies d'électricité et de production par les énergies renouvelables.

Au vu des problèmes de sûreté des réacteurs nucléaires, de leur vulnérabilité intrinsèque en cas de perte du refroidissement, de leur vulnérabilité, avec celle des industries du combustible nucléaire, aux agressions extérieures naturelles dues aux bouleversements climatiques et aux agressions malveillantes du fait des risques sociaux et géopolitiques, présentés dans les questions précédentes, nous considérons que la France ne doit pas lancer un nouveau programme nucléaire.

Réponses aux questions CNDP

Question n° 1 : Pourquoi lancer la construction de nouveaux réacteurs nucléaires ?

Cette première question suppose traités dans les questions suivantes les critères de sûreté et de sécurité, indispensables mais ne justifiant pas par eux-mêmes le lancement d'un nouveau programme. Elle regroupe les interrogations sur les critères justifiant le programme présenté dans le dossier de saisine, hormis les arguments économiques (très importants, mais qui feront l'objet d'un séminaire spécialisé du débat public), à savoir :
• l'atteinte de la neutralité carbone de la France, aux échéances fixées,
• l'indépendance énergétique,
• le fonctionnement en suivi de charge des réacteurs avec des ENR intermittentes.

Réponse Greenpeace France :

Le lancement de la construction de nouveaux réacteurs nucléaires est une hypothèse hors délai face à l'urgence climatique, irréaliste compte tenu des défaillances de la filière, déraisonnable dans un contexte géopolitique de plus en plus tendu avec des tensions qui vont se multiplier autour des ressources naturelles, et complètement inadaptée pour acquérir la souveraineté énergétique (indépendance et sécurité énergétique) de notre pays.

Le sixième rapport du GIEC nous enjoint à prendre des décisions radicales pour réduire de moitié les émissions de CO2 d'ici 2030 afin de limiter le réchauffement de la Terre dont l'ampleur des conséquences écologiques et humanitaires est fonction des dixièmes de degré d'augmentation de température : territoires inhabitables, raréfaction de l'eau, terres arables devenant arides... L'Union européenne a fixé comme objectif une réduction de 55% des émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2030. Cette étape de 2030 est donc indispensable pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 au plus tard. C'est l'accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère qui compte. Les choix politiques, économiques, technologiques et sociétaux que nous devons faire aujourd'hui, doivent donc tenir compte de leur impact direct sur la réduction massive des émissions de gaz à effet de serre entre 2022 et 2030. Dans quinze ans, ce sera trop tard.

La construction de nouveaux réacteurs nucléaires est trop lente pour répondre aux objectifs climatiques (le premier réacteur de type EPR2 ne serait pas opérationnel avant 2037 ou 2040 au mieux), et leur potentiel de décarbonation est bien trop faible au niveau mondial, par rapport aux investissements financiers et humains nécessaires. Des scénarios alternatifs existent avec le développement d'un mix énergétique composé de 100% d'énergies renouvelables.

Selon le GIEC, le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre des énergies éoliennes et solaires est 9 fois plus important que celui de l'énergie nucléaire pour un coût bien moindre d'ici à 2030. Les énergies renouvelables comme l'éolien et le photovoltaïque ont une capacité de développement bien plus rapide que le nucléaire : la construction de ces infrastructures prend entre 2 et 5 ans, contre en moyenne une quinzaine d'années pour les réacteurs nucléaires. Si les économies d'énergie et d'électricité dans tous les secteurs sont fondamentales - via la sobriété et l'efficacité énergétique - la focalisation de nos ressources doit s'orienter sur des installations de production d'énergie bas carbone rapides à mettre en œuvre, pour remplacer les énergies fossiles, et prendre le relais de notre parc nucléaire

vieillissant. Les énergies renouvelables sont aujourd'hui, les seules sources d'énergies en capacité d'être implantées rapidement sur nos territoires pour produire massivement de l'énergie décarbonée avant 2030, tout en étant créatrice d'emplois décentralisés et d'un tissu économique local nourricier.

La pilotabilité des installations d'énergies 100% renouvelables est en phase d'expérimentation, incluant des technologies de stockage de l'énergie en dehors des batteries. Sa mise en place sera nécessaire lorsque le taux de charge des énergies renouvelables dans le réseau sera beaucoup plus important qu'actuellement. En parallèle de la montée en puissance des énergies renouvelables et des moyens de stockage, il est nécessaire de continuer à investir dans le nucléaire pour maintenir le parc existant à un niveau de sûreté maximal, mais aussi pour retrouver un niveau de production satisfaisant de nos réacteurs nucléaires, et préparer le démantèlement des centrales qui arrivent en fin de vie.

Le critère de la décarbonation ne saurait faire oublier les effets secondaires de l'énergie nucléaire sur notre société : en plus des risques d'accidents nucléaires dont la réalité a été plusieurs fois avérée, les risques de terrorisme et d'utilisation des centrales nucléaires comme arme en temps de guerre (comme la centrale de Zaporijjia en Ukraine), construire de nouveaux réacteurs nucléaires impliquerait la relance de la production de déchets radioactifs alors que des dizaines de tonnes de déchets ou de matières radioactives qui ne sont pas utilisées sont stockées sur notre territoire. Cette relance alourdirait le fardeaux que nous laissons aux générations futures qui ont d'ores et déjà 58 réacteurs nucléaires à démanteler, résultats de 40 à 50 ans de production d'énergie nucléaire, un clignement de paupière à l'échelle de la durée de vie des déchets radioactifs à vie longue.

L'uranium utilisé dans le combustible n'étant pas extrait en France, la dépendance du secteur du nucléaire, notamment à des pays comme la Russie (depuis l'an 2000, 45% de l'uranium utilisé en France provient du Kazakhstan, pays sous influence russe) est préoccupante dans un contexte géopolitique tendu. Le circuit d'approvisionnement d'uranium, entre autres, ne permet pas notre indépendance énergétique.

La relance de la construction de nouveaux réacteurs nucléaires serait une erreur stratégique et technologique.
rales nucléaires existantes et nouvelles.

Question n° 1

Cette première question suppose traités dans les questions suivantes les critères de sûreté et de sécurité, indispensables mais ne justifiant pas par eux-mêmes le lancement d'un nouveau programme. Elle regroupe les interrogations sur les critères justifiant le programme présenté dans le dossier de saisine, hormis les arguments économiques (très importants, mais qui feront l'objet d'un séminaire spécialisé du débat public), à savoir :

- *l'atteinte de la neutralité carbone de la France, aux échéances fixées,*
- *l'indépendance énergétique,*
- *le fonctionnement en suivi de charge des réacteurs avec des ENR intermittentes.*

Question n° : 1

Intitulé de la question : Pourquoi lancer la construction de nouveaux réacteurs nucléaires ?

Point de vue et argumentation initiale fournie par : Sfen

- **Le nucléaire une énergie bas carbone**

L'énergie nucléaire est reconnue par la communauté scientifique pour **ses faibles émissions de gaz à effet de serre**. Les émissions sur l'ensemble du cycle de vie (construction de l'installation, fabrication du combustible, démantèlement, déchets) sont évaluées par le Giec à 12gCO2/kWh , au même niveau que l'éolien. En France, selon une dernière étude réalisée par la R&D EDF et ayant fait l'objet d'une contre-expertise, les émissions du parc nucléaire sont encore inférieures (4gCO2/kWh), car l'enrichissement du combustible est effectué au Tricastin avec de l'électricité bas carbone.

En raison du calendrier extrêmement rapide de construction des réacteurs dans les années 1980, de nombreux réacteurs atteindront 60 ans au même moment. Leur déclassement à cette échéance pourrait confronter la France à un véritable « effet falaise » consistant à perdre près de 4GW de capacité pilotable par an à partir de 2040. En 2050, plus des trois quarts du parc nucléaire existant (51 GWe) atteindra 60 ans et, à l'exception de Flamanville 3 dont le démarrage est attendu en 2023, les réacteurs restants seraient tous arrêtés d'ici 2062. Dans ses scénarios « futurs énergétiques 2050 »1, publiés fin octobre 2021, RTE (le Gestionnaire du Réseau de Transport d'Electricité) a notamment conclu que « **construire de nouveaux réacteurs nucléaires était pertinent** du point de vue économique, a fortiori quand cela permet de conserver un parc d'une quarantaine de GW en 2050 ».

L'étude indique que les scénarios visant le 100 % renouvelable présentent des risques importants, à la fois quant aux rythmes très élevés d'accélération de déploiement des moyens de production éolien et solaire, et les « paris technologiques lourds » pour les moyens de flexibilité de la demande et de l'offre, dont certains qui n'ont pas prouvé leur faisabilité industrielle, comme le thermique décarboné (hydrogène).

[1] https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050-futurs-energetiques

Au-delà des enjeux de résilience du système électrique, les scénarios sans nucléaire demandent aussi des investissements élevés dans de nouveaux moyens de flexibilité ainsi que dans les réseaux de transport et de distribution. L'écart global de coût total du système électrique avec les scénarios avec renouvellement du socle nucléaire est de l'ordre de 10 milliards d'euros par an (comparaison N2 et M23).

- **Le nucléaire facteur d'indépendance énergétique**

Indépendance ne veut pas dire autarcie, mais robustesse des chaines d'approvisionnement. La France, qui importe son uranium, dispose d'u**ne chaine d'approvisionnement solide qui nous permet d'assurer la continuité de service**. Elle a aussi **développé une filière industrielle** nationale complète qui lui permet de maîtriser la conception et la construction de ses propres installations de production d'électricité, d'enrichissement d'uranium et de fabrication du combustible, en passant par le recyclage.

Concernant l'approvisionnement en Uranium ;

- Plus de 40 % des réserves actuelles en uranium se trouvent dans l'OCDE limitant ainsi les risques géopolitiques
- Le prix de l'uranium ne représente que 5 % du coût total de l'électricité produite
- La France d'un stock d'uranium correspondant à deux ans de production d'électricité. En comparaison, les réserves d'hydrocarbures représentent moins de six mois de la consommation annuelle française[2].

A moyen terme - la France possède un portefeuille de ressources en uranium représentant 30 années de consommation française (200 000 tonnes) au Niger, au Canada, Kazakhstan et en Mongolie. A long terme - Les ressources connues en uranium représentent 130 ans de consommation mondiale actuelle et jusqu'à 250 ans si l'on inclut les ressources estimées.

- **Le caractère pilotable et flexible du nucléaire est un pilier de l'équilibre d'un système équilibre bas-carbone avec un fort pourcentage de renouvelables[3]**

En raison de la variabilité de la production renouvelable, qui dépend des conditions météorologiques (ensoleillement, force du vent), l'ensemble du système électrique doit pouvoir s'adapter rapidement afin d'assurer l'équilibre du réseau électrique à tout instant, grâce à des moyens de production pilotables (charbon, gaz, nucléaire) ou par des moyens de stockage.

Le nucléaire permet d'effectuer un suivi de charge[4] : Le réacteur varie alors sa puissance dans la journée pour suivre une courbe de charge, définie par le gestionnaire, afin d'assurer l'équilibre du réseau et participe à l'équilibrage du réseau européen. Les réacteurs la nouvelle génération de réacteur EPR intègre dès la conception des capacités de flexibilité, démontrées aujourd'hui sur les réacteurs de Taishan. Le Dossier du maitre d'ouvrage (DMO) précise que l'EPR 2 serait capable d'effectuer plusieurs baisses journalières de 100% à 25 % de la puissance nominale.

[2] SAGESS (2018)

[3] l'IDDRI/Agora-Energiewende montrent comment le parc nucléaire français existant contribue aussi fortement à la décarbonation des systèmes électriques de nos voisins, à la fois par ses capacités en puissance ainsi que par sa flexibilité.

[4] https://www.oecd-nea.org/nea-news/2011/29-2/aen-infos-suivi-charge-29-2.pdf

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ELEMENTS A FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Question n° : 1a

Intitulé de la question : Pourquoi lancer la construction de nouveaux réacteurs nucléaires, sur le critère **d'atteinte de la neutralité carbone de la France, aux échéances fixées ?**

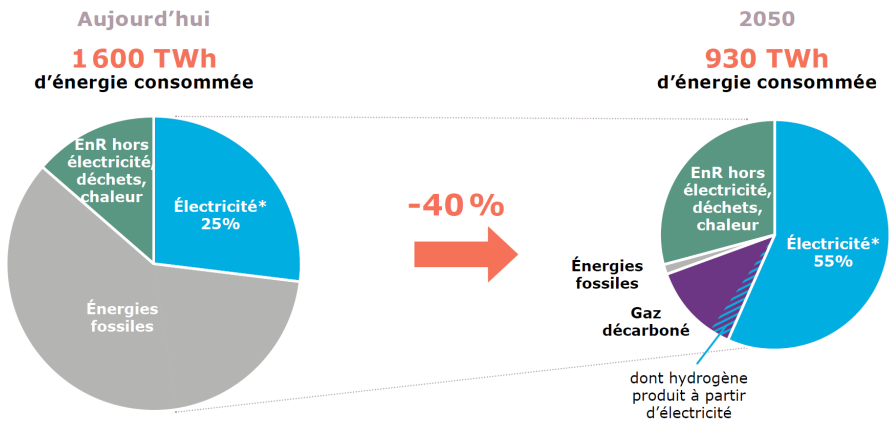
Point de vue et argumentation initiale fournie par : **EDF**

Rédaction (4000 caractères maxi) :

L'analyse que fait EDF du rapport « Futurs énergétiques 2050 » de RTE conforte sa vision de la nécessité de la construction de nouveaux réacteurs nucléaires afin d'atteindre la neutralité carbone en France en 2050, et ainsi participer à la lutte contre le changement climatique.

Après plus de deux années de concertation avec des parties prenantes, les premiers éléments issus des travaux, intitulés « Futurs énergétiques 2050 »[1], ont été publiés par RTE le 25 octobre 2021, puis complétés en février 2022.
Il en ressort, pour EDF, plusieurs enseignements majeurs, le premier étant que, **pour atteindre la neutralité carbone, il est indispensable de sortir des énergies fossiles et de réduire la consommation d'énergie finale**. **L'électricité, à la fois vecteur d'efficacité énergétique et de décarbonation a, de ce fait, un rôle central à jouer, et il est prévu que sa consommation augmente.**

CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE EN FRANCE ET DANS LA SNBC



* Consommation finale d'électricité (hors pertes, hors consommation issue du secteur de l'énergie et hors consommation pour la production d'hydrogène)
Consommation finale d'électricité dans la trajectoire de référence de RTE = 645 TWh

Source : RTE

RTE a retenu une trajectoire de référence globalement en ligne avec le scénario actuel de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC, 2018). Elle prévoit ainsi une baisse de l'ordre de 45 % de la consommation d'énergie finale d'ici à 2050 et dans le même temps une hausse de la consommation d'électricité de l'ordre de 30%, prenant en compte les deux effets suivants :

[1] https://www.rte-france.com/analyses-tendances-et-prospectives/bilan-previsionnel-2050- futurs-energetiques#Lesdocuments

- une électrification **poussée des usages**, en substitution aux énergies fossiles. Cette électrification a un effet à la hausse sur la consommation finale d'électricité, estimée à 370 térawattheures par an environ ;
- une **baisse de la consommation d'électricité** par les consommateurs, grâce à la mise en œuvre de leviers **d'efficacité énergétique** ambitieux (par exemple, la réalisation de 700 000 rénovations thermiques de bâtiments par an d'ici à 2030, avec une performance bien meilleure qu'aujourd'hui). Ces efforts d'efficacité énergétique permettent de réduire la consommation d'électricité d'environ 200 térawattheures par an.

La prise en compte de ces deux effets conduit RTE à considérer une consommation électrique de sa trajectoire de référence de l'ordre de 645 térawattheures par an à l'horizon 2050.

Pour répondre à ces enjeux, RTE a envisagé six principaux mix de production électrique, tous compatibles avec l'atteinte de la neutralité carbone à horizon 2050. **L'analyse de ces différents mix électriques montre que l'atteinte de la neutralité carbone en 2050 est impossible sans un développement soutenu des énergies renouvelables,** quel que soit le scénario envisagé, avec, dans tous les cas, une forte accélération des rythmes de développement, comparativement à ceux observés par le passé.

Par ailleurs, **les mix présentant un socle significatif de nucléaire,** avec durablement plus de 40 gigawatts de capacité nucléaire, **sont de nature à limiter le risque de non-atteinte des objectifs climatiques**. Ils permettent, en effet, de s'affranchir de plusieurs choix qui s'apparentent à des paris techniques et industriels, que ce soit en matière :

- de rythmes de développement des énergies renouvelables : ambitieux mais plus réalistes dans les scénarios présentant un socle significatif de nucléaire ;
- de besoins de capacités flexibles dans le mix : bien plus importants en l'absence d'un socle significatif de nucléaire, et reposant en partie sur des technologies non matures à date comme les centrales (dites à combustion ou cycle combiné gaz) fonctionnant à l'hydrogène (centrales qui posent également des questions en termes d'adaptation des infrastructures et de stockage de l'hydrogène)
- d'adaptation des réseaux de transport et de distribution : plus complexes et plus coûteux dans les scénarios sans nouveau nucléaire.

Les mix ayant un socle significatif de nucléaire sont également plus robustes en cas de hausse de la demande, ce qui est, par exemple, mis en évidence par RTE dans le scénario « réindustrialisation », qui prévoit une demande électrique de l'ordre de 750 térawattheures : dans cette configuration, atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 est très difficilement compatible, voire impossible, avec une sortie, à terme, du nucléaire.

RTE en vient à la conclusion que « ***renoncer au principe de diversification technologique dans le mix de production électrique soulève donc un risque de non-atteinte de l'objectif de neutralité carbone à la date rapprochée de 2050*** ». Les travaux de RTE indiquent donc que **les mix électriques misant à la fois sur un développement des énergies renouvelables et sur un socle significatif de nucléaire sont plus résilients**.

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ELEMENTS A FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Question n° : 1b

Intitulé de la question : Pourquoi lancer la construction de nouveaux réacteurs nucléaires, **sur le critère d'indépendance énergétique ?**

Point de vue et argumentation initiale fournie par : **EDF**

Rédaction (4000 caractères maxi) :

EDF estime que les réacteurs nucléaires français actuels et les nouveaux réacteurs nucléaires envisagés participent grandement à l'indépendance énergétique du pays, actuelle et future car :

- ils contribuent à se passer des combustibles fossiles importés, en fournissant une électricité décarbonée produite localement ;
- les ressources en uranium nécessaires à leur fonctionnement sont abondantes et réparties dans des zones diversifiées ;
- la technologie industrielle sous-jacente est maitrisée de bout en bout par le tissu industriel français ;
- le nucléaire ne nécessite que très peu de métaux rares, qui sont approvisionnés en grande majorité hors de France.

D'ici à 2050, la transition vers une économie neutre en CO_2 suppose **des transferts d'usage de la combustion d'énergies fossiles vers l'électricité,** en particulier dans les secteurs des transports, du bâtiment et de l'industrie. Ces transferts d'usage vont nécessiter une production plus importante d'électricité bas carbone, qui se devra de respecter au mieux les critères d'indépendance énergétique, comme nous le rappelle le contexte géopolitique actuel. **Cela suppose l'accès aux ressources naturelles et la maîtrise de la technologie mise en œuvre**. À cet égard, l'énergie nucléaire présente les avantages requis en matière d'autonomie pour soutenir une politique de souveraineté : **une forte densité énergétique intrinsèque qui réduit très fortement le besoin en ressources naturelles**, et une chaîne de valeur qui repose essentiellement sur la maîtrise d'une technologie de haut niveau.

En complément, la **situation particulière relative au prix de l'énergie** que nous connaissons en Europe depuis la fin de l'été 2021 illustre les risques qu'il y a à dépendre de l'importation de combustibles, et en particulier du **gaz importé**.

Des ressources en uranium abondantes

L'approvisionnement en uranium naturel s'appuie sur des ressources abondantes et globalement bien réparties sur la planète. **Plus de 40 % des réserves terrestres se trouvent dans des pays de l'OCDE.** La sécurité d'approvisionnement peut ainsi être renforcée par une diversification géographique et commerciale.

De plus, la **politique française de recyclage du combustible usé** issu du parc électronucléaire français réduit encore les besoins en uranium naturel. Elle permet d'assurer environ 10 % de la production nationale d'électricité nucléaire à partir de matières recyclées. Celles-ci forment aussi une réserve stratégique complémentaire d'uranium appauvri, capable de se substituer à plusieurs années de consommation d'uranium naturel.

Autre avantage : l'uranium naturel ne représente que 5 % du coût total de production d'électricité. Ainsi, l'ensemble des importations d'uranium en France pèse entre 500 M€ et 1 Md€ par an, à mettre en regard d'une réduction d'importation d'hydrocarbures estimée à plusieurs dizaines de milliards d'euros par an. Enfin, l'essentiel de la valeur de la production d'électricité d'origine électronucléaire est lié à la maîtrise d'**une technologie de haut niveau, dont la mise en œuvre est intrinsèquement très localisée sur le territoire**. Or, comme le souligne l'IFRI[1], « la maîtrise des

[1]Source : IFRI – 04/2019 – « La dimension stratégique de la transition énergétique »
https://www.ifri.org/fr/publications/etudes-de-lifri/dimension-strategique-de-transition-energetique-defis-reponses-france

chaînes de valeur des technologies bas-carbone est un enjeu [...] de souveraineté énergétique et de sécurité ». Elle fait donc l'objet de rivalités exacerbées et de recherches de positions dominantes sur la scène mondiale.

Un héritage industriel que nous proposons de consolider

Grâce aux efforts que la France a consentis depuis le milieu du XXe siècle, la France bénéficie d'un **outil industriel qui garantit, en toute autonomie, la sécurité de son approvisionnement énergétique**. Elle bénéficie aussi du tissu industriel capable d'assurer la conception, la construction, l'exploitation et jusqu'à la déconstruction de l'ensemble des installations nécessaires à la filière technologique des réacteurs à eau sous pression sur laquelle cette garantie repose.

La transition vers les énergies décarbonées étant une préoccupation mondiale, elle modifiera profondément les équilibres au profit des détenteurs des ressources naturelles et des technologies qui y sont attachées. Dans cette perspective, la sécurisation de l'accès aux énergies décarbonées, parmi lesquelles figure la maîtrise de la technologie nucléaire, joue un rôle pivot.

La France figure parmi les rares pays disposant aujourd'hui d'une filière nucléaire complète, en particulier parmi les pays occidentaux.

Le Nucléaire limite la dépendance aux métaux rares très majoritairement importés

Si la filière nucléaire est amenée à porter d'importants intérêts géostratégiques, c'est également le cas de l'industrie des métaux rares. **Le nucléaire est relativement peu consommateur de ce type de métaux** : un mix électrique équilibré entre renouvelables et nucléaire permet de limiter la dépendance à ces métaux qui s'échangent sur un **marché oligopolistique.** L'extraction des métaux rares (dont les terres rares) est une industrie au poids économique restreint, mais aux répercussions omniprésentes dans les secteurs émergents de transition énergétique et technologique. C'est un marché comptant peu d'acteurs, donc très sensible aux variations, qu'elles soient intentionnelles ou conjoncturelles.

Selon la tendance actuelle à l'accélération, la consommation annuelle de métaux rares en 2060 serait le double de celle de 2011[2]. Cette forte hausse serait soutenue par la montée en puissance des énergies renouvelables et les usages croissants du numérique à travers le monde. Cela conduira à extraire autant de métaux d'ici à 2050 qu'au cours des millénaires précédents.

Les métaux rares ont une disponibilité géologique diffuse, et requièrent une industrie basée sur le temps long. En situation de monopole, **la Chine extrait 90 % des métaux rares du monde**, grâce à une industrie structurée depuis les années 1980. Les métaux rares constituent la colonne vertébrale de la stratégie de développement chinoise. Elle passe par le contrôle de la ressource et la maîtrise de la chaîne de valeur des mines aux produits finis, dans un but assumé de répondre aux besoins mondiaux. Ainsi, la Chine est la première productrice de panneaux solaires, d'éoliennes et de batteries lithium-ion.

L'apport du nucléaire dans l'indépendance énergétique selon l'INSEE[3]

L'indépendance énergétique mesure la capacité d'un pays à satisfaire ses besoins en énergie de façon « autonome ». L'Insee définit le taux d'indépendance énergétique comme « le rapport entre la production nationale d'énergies primaires (charbon, pétrole, gaz naturel, nucléaire, hydraulique, énergies renouvelables) et la consommation en énergie primaire, une année donnée.

En France, ce taux d'indépendance (défini par l'Insee) est largement porté par l'énergie d'origine nucléaire. En effet, en 1973, avant la mise en service de la majeure partie du parc nucléaire, le taux d'indépendance énergétique était de 24 %. Aujourd'hui, le **taux d'indépendance énergétique en France est de l'ordre de 50 %** (il a même atteint 54 % en 2020). Cette évolution montre que l'atome est un pilier de l'indépendance énergétique du pays. Pour comparaison, ce taux est environ de 33 % en Allemagne, de 22 % en Italie et de 25 % en Espagne. La construction de nouveaux réacteurs en France est ainsi de nature à préserver **un taux d'indépendance énergétique plus élevé que nos voisins européens**.

[2] Source : OCDE, 2018
[3] Source : https://www.sfen.org/rgn/nucleaire-et-independance-energetique/

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ELEMENTS A FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Question n° : 1c

Intitulé de la question : Pourquoi lancer la construction de nouveaux réacteurs nucléaires, sur le critère du **fonctionnement en suivi de charge des réacteurs avec des ENR intermittentes.**

Point de vue et argumentation initiale fournie par : **EDF**

Rédaction (4000 caractères maxi) :

Les réacteurs nucléaires français sont un moyen de production pilotable et assurent d'ores et déjà une part importante du suivi de charge. Ils accompagnent le développement des énergies renouvelables intermittentes et continueront de le faire.

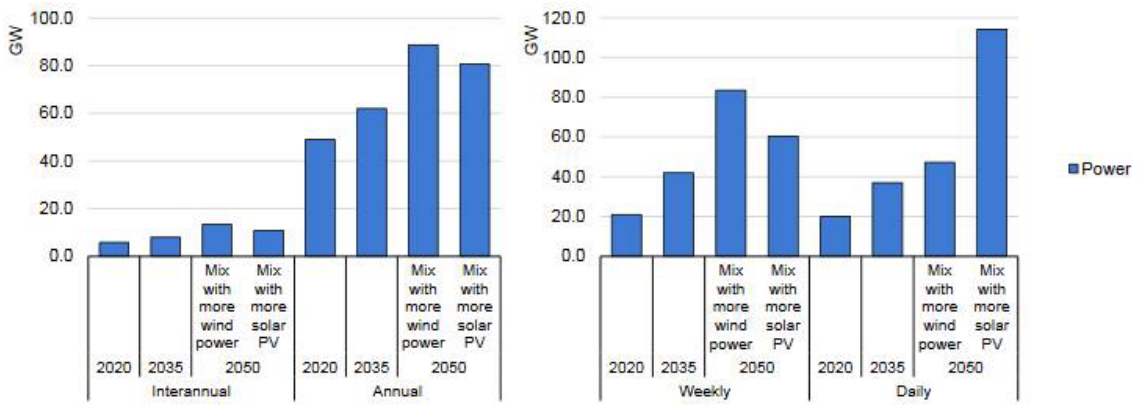
Nota : cette fiche argumentaire aborde la question du suivi de charge des réacteurs avec des ENR sur un plan systémique. Elle est ainsi complémentaire de la fiche Q4b qui aborde cette question sur le plan des capacités techniques du réacteur EPR2 pour le suivi de charge.

Les possibilités de stockage de l'électricité étant à ce jour limitées, **il est nécessaire d'équilibrer en permanence l'offre et la demande en électricité**. Des variations sont observées à toutes les échelles temporelles, que ce soit du côté de la demande, avec différentes saisonnalités de la consommation (journalière, hebdomadaire, saisonnière), ou de l'offre, en particulier avec le développement de la production des énergies renouvelables variables :

- à l'échelle journalière, par exemple, avec une production photovoltaïque qui sera plus présente aux heures méridiennes ;
- à l'échelle de l'année, avec une demande plus forte en hiver qu'en été.

Ces variations sont amenées à croitre significativement avec le développement continu des énergies renouvelables variables. Une étude IEA-RTE[1] prévoit que les besoins de flexibilité augmenteront sur tous les horizons de temps, avec des amplitudes dépendant du mix ENR retenu. Une étude complémentaire de RTE[2] a d'ailleurs permis de montrer que **des mix associant nucléaire et ENR permettent de réduire la variabilité du système et donc les besoins de flexibilité** sur tous les horizons et de manière importante (division par 2).

Figure 5.2 Flexibility needs in energy and power of the French Multi-Annual Energy Plan to 2035 and National Low-Carbon Strategy to 2050 with different renewable mixes, compared with today's values over 200 meteorological conditions

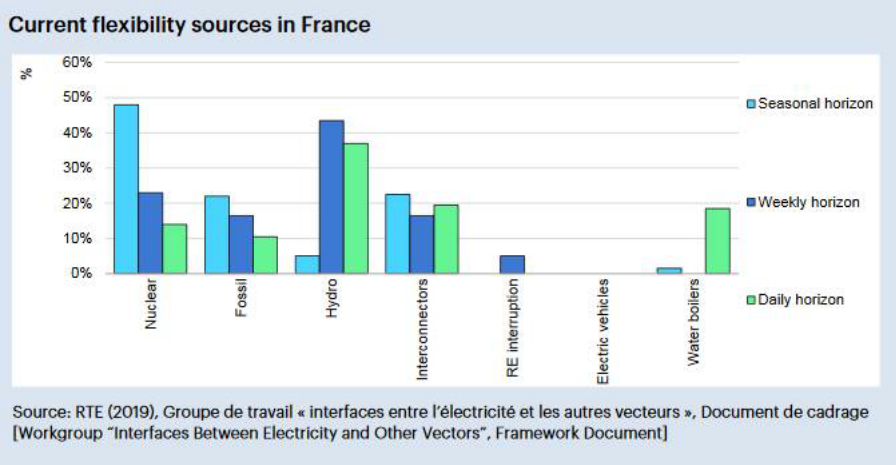


[1] Source : Conditions and Requirements for the Technical Feasibility of a Power System with a High Share of Renewables in France Towards 2050 – Janvier 2021
[2] Source : Futures Energétiques 2050 – Février 2022

Pour répondre à ces besoins de flexibilité, des moyens pilotables tels que les centrales nucléaires et les ouvrages hydrauliques sont essentiels au système électrique, pour faire face à ces variations et ainsi assurer la sécurité d'approvisionnement**. Le nucléaire offre à la fois de la flexibilité saisonnière** grâce à l'optimisation des plannings d'arrêts pour maintenance ou rechargement en combustible des réacteurs (arrêts placés en été de sorte à disposer d'une disponibilité maximale du parc en hiver, période de forte consommation), **et une flexibilité de court terme** grâce à sa capacité à moduler (suivi de charge).

L'étude IEA-RTE montre que le parc nucléaire est d'ores-et-déjà une source essentielle de flexibilité pour la France, en fournissant 50% de la flexibilité saisonnière (notamment grâce à l'optimisation de son programme d'arrêts), près de 25% de la flexibilité hebdomadaire et 15% de la flexibilité journalière.

Source de flexibilité actuelle en France (journalière, hebdomadaire et saisonnière)



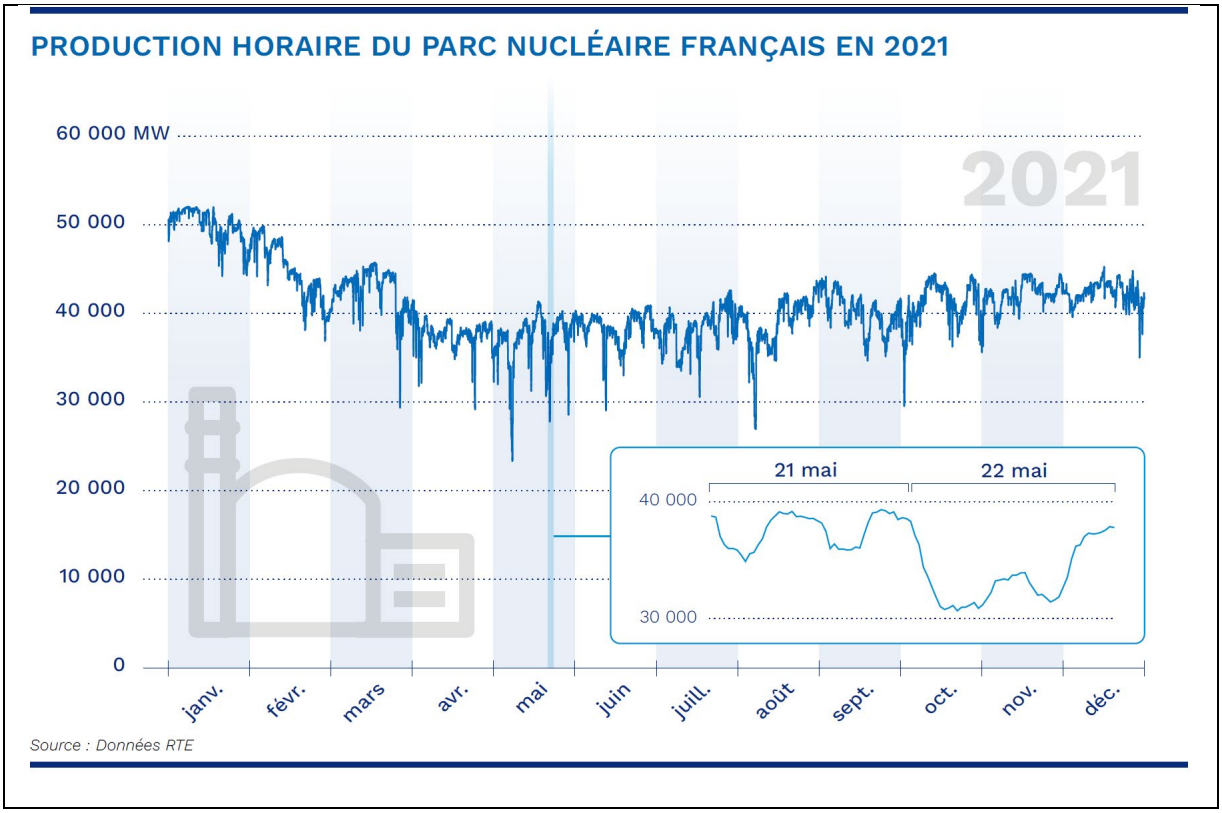
Source: RTE (2019), Groupe de travail « interfaces entre l'électricité et les autres vecteurs », Document de cadrage [Workgroup "Interfaces Between Electricity and Other Vectors", Framework Document]

L'essor des énergies renouvelables électriques disséminées sur le territoire nécessite des évolutions du système électrique français. Il exige de renforcer le réseau de transport d'électricité, et d'intégrer des équipements de stockage ou de production complémentaires permettant de compenser l'intermittence de ces énergies.

Pour EDF, le nucléaire offre une solution bas carbone pilotable, pouvant s'adapter à la fois aux variations de la demande et à celle de la production des énergies renouvelables sur des échelles journalière, hebdomadaire ou annuelle. **La figure page suivante montre la production horaire du parc nucléaire français en 2021.** On y observe les variations infra-journalières, hebdomadaires, ainsi que la saisonnalité de la production, qui s'adaptent aux évolutions de la demande électrique et de la disponibilité des autres moyens de production.
D'un point de vue technique, un réacteur nucléaire peut passer de 25 % à 100 % de sa puissance en 30 minutes, et inversement.

Cet atout du nucléaire est issu d'un choix français pris dès la construction de son parc. Ainsi, **EDF a visé une importante flexibilité de production de son parc nucléaire en raison de sa part relative dans le mix de production électrique du pays**. Les nouveaux réacteurs EPR2 seront construit avec la même philosophie, au regard de leur nécessité de s'intégrer dans un mix énergétique dont le volume des ENR est en constante progression.

En complément, **le parc nucléaire français fournit également de l'inertie, du réglage de fréquence mais aussi de tension,** dont le système électrique a absolument besoin pour assurer sa stabilité à tout instant. Ces besoins vont aller croissants avec la montée en puissance des EnR fatales, et les nouveaux réacteurs construits continueront de jouer ce rôle précieux dans l'équilibre du système électrique français.


PRODUCTION HORAIRE DU PARC NUCLÉAIRE FRANÇAIS EN 2021
60 000 MW
50 000
40 000
30 000
20 000
10 000
0
2021
21 mai
22 mai
40 000
30 000
janv.
févr.
mars
avr.
mai
juin
juill.
août
sept.
oct.
nov.
déc.
Source : Données RTE

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ELEMENTS A FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Question n° : 2

Intitulé de la question : Pourquoi lancer la construction de nouvelles centrales nucléaires sous la forme d'un programme de réacteurs identiques (3 paires dans le programme présenté) ?

Point de vue et argumentation initiale fournie par : **EDF**

Rédaction (4000 caractères maxi) :

Parmi les **enseignements tirés des difficultés rencontrées sur le projet de l'EPR de Flamanville 3,** détaillées dans le rapport de Jean-Martin Folz d'octobre 2019[1], la principale conclusion est qu'il « **s'agit concrètement d'afficher des programmes stables à long terme de construction de nouveaux réacteurs en France** et d'entretien du parc existant **qui donnent aux entreprises** concernées la **visibilité et la confiance** nécessaires pour qu'elles engagent les **efforts d'investissement et de recrutement indispensables** ».

La réalisation d'un projet au sein d'un programme industriel permet de **gagner en efficacité**. Ce gain serait amplifié par la **dynamique** qu'il procurerait au sein de la filière nucléaire française et qui serait **perceptible dès le premier projet.**

Au-delà des actions entreprises pour mobiliser durablement les compétences nécessaires à la construction de nouvelles installations nucléaires et développés dans la fiche controverse Q3c, le programme industriel de nouveaux réacteurs en France s'appuie sur des principes qui doivent garantir la qualité, la sûreté et l'efficacité. Il s'agit d'une réappropriation de pratiques qui avaient fait le succès du programme nucléaire historique (**construction par paire et effet de série,** notamment) et d'une reprise de pratiques de l'industrie en général, dont la **réplication, la stabilisation de la conception avant la production et la standardisation.**

Construire par paire

La construction par paire de réacteurs sur un même site est une pratique usuelle. Elle a prévalu pendant tout le programme nucléaire français jusqu'aux deux paires de réacteurs de Chooz B et de Civaux. C'est aussi de choix qui a été fait sur les projets à l'export, comme celui de Hinkley Point au Royaume-Uni.

Bénéficier de la dynamique d'un effet de série

La dynamique liée à une série standardisée sur un projet de construction d'une paire de réacteurs nucléaires est double. **La réplication et l'effet d'apprentissage d'un projet à l'autre accroissent la performance.**

La pratique de réalisation de nouvelles installations par palier technique est celle qui a fait le succès du programme nucléaire français dans les années 1970-1980. **La série standard permet des synergies entre les projets successifs par paire de réacteurs, aussi bien dans les phases d'étude, de construction que d'exploitation.** C'est notamment le cas pour la réplication des études d'ingénierie, de stratégie d'achats, de reconduction des spécifications et de l'expérience en génie civil, fabrication et montage des équipements électriques et mécaniques nécessaires. Il en est de même pour la **souplesse d'affectation des ressources entre les projets, en fonction des aléas de réalisation.** Ainsi, pour la dernière série de réacteurs avant l'EPR, construits à Chooz et à

[1] https://www.economie.gouv.fr/rapport-epr-flamanville#

Civaux, la durée de construction entre le premier béton de l'îlot nucléaire et le chargement du combustible a diminué de 31 % entre le premier et le quatrième réacteur.

L'intérêt de construire deux réacteurs successifs avec un intervalle approprié, est de bénéficier de **synergies en termes de volume d'activité et de souplesse.** Les ressources sont dimensionnées en conséquence, et elles sont allouées sur l'un ou l'autre des réacteurs en fonction des phases du chantier et des aléas. Le second réacteur sert ainsi de réserve de ressources, si besoin, en force de travail ou en équipements. Il bénéficie naturellement de la reconduction des activités mutualisées, dont les études de conception et d'exécution, ainsi que d'une accélération permise par un effet de transfert d'expérience sur place. Par ailleurs la réalisation d'une paire de réacteur permet de mettre en commun des équipements et ainsi en diminuer le coût rapporté à un réacteur.

Mobiliser dans la durée du tissu industriel

L'engagement d'une série permet d'obtenir **la mobilisation du tissu industriel : tous les acteurs sont incités à investir dans les compétences et le renforcement des capacités industrielles**, car c'est la garantie de la maîtrise de la performance dès la première construction. Ces investissements au niveau de la filière industrielle bénéficient alors à la qualité de réalisation et à la sûreté et diminuent d'autant les risques et donc le coût final de la non-qualité.

Standardiser

Afin de favoriser un niveau élevé de standardisation, le référentiel industriel défini avant le début de la construction effective du premier réacteur doit également être stabilisé pour l'ensemble du palier technique de réacteurs identiques. Cette stabilisation a vocation à réduire les risques et à permettre de réelles économies d'études, de développement et de qualification des solutions techniques utilisées.
La construction et l'exploitation du parc nucléaire français, basées sur la standardisation par paliers techniques, et le principe d'une boucle d'amélioration continue **ont démontré la pertinence de la réplication dans l'industrie nucléaire.** L'ensemble des industriels des autres secteurs l'atteste également : dans l'automobile, avec les grandes séries, mais également dans les autres domaines avec Alstom ferroviaire, Airbus Defence & Space – Space Systems, Naval Group. Les homologues d'EDF, exploitants nucléaires, russe et chinois communiquent également que réplication et la standardisation leur font gagner près de 30 % sur les délais et les coûts.

La standardisation se traduit notamment par une **rationalisation des matériels** avec notamment la mise en place de « catalogues d'usage obligatoire ». **C'est le gage d'une production en série accrue, source de qualité et de performance améliorées.** En établissant des listes de références techniques et commerciales, **ils contraignent le choix de matériels à utiliser** (robinets, instrumentations, câbles, etc.) au cours de la conception des systèmes constitutifs d'un réacteur. Ils réduisent ainsi la diversité, et **favorisent les économies d'échelle** pendant tout le cycle de vie du réacteur : à la contractualisation avec les fournisseurs, à la fabrication, puis à l'installation des matériels, et enfin pour leur maintenance en phase d'exploitation. **La réutilisation de matériels éprouvés** et la **réduction de la complexité engendrée par leur diversité**, sont deux **leviers majeurs de renforcement de la maîtrise de la qualité et de la performance opérationnelle.** Une telle standardisation a vocation à réduire les **risques et les coûts** inhérents au développement de nouveaux matériels, à faciliter la gestion des commandes et des fournisseurs, et évidemment à **fiabiliser les matériels retenus** sur la base du retour d'expérience.

Bénéfice global de la réalisation au sein d'un programme sur le coût

La réalisation d'un programme permet la **mutualisation des coûts de développement du palier**, ce qui permet de diminuer le coût individuel de chaque projet comparativement à un projet unique, qui supporterait seul son coût de développement.

Global Chance – Question 2

Pourquoi lancer la construction de nouvelles centrales nucléaire sous la forme d'un programme de réacteurs identiques (3 paires dans le programme présenté) ?

*

Le dossier du maître d'ouvrage nous fournit les éléments suivants :
- Un programme de construction de trois paires de réacteurs EPR2.
- Des propositions d'implantations : Paire 1 à Penly, Paire 2 à Gravelines, Paire 3 à Bugey ou Tricastin.
- Une mise service industriel de la première paire à l'horizon 2035-2037.
- 3 à 4 ans entre chaque paire et 18 mois environ entre les réacteurs d'une même paire.

1. Le choix de l'EPR2 : nous traitons ce point dans nos réponses aux questions 3 et 4.

2. La capacité industrielle de la filière française à maîtriser le programme industriel proposé, en termes de compétences, qualité, coûts et délais, fait l'objet d'un chapitre important du dossier du maître d'ouvrage. On en retire une impression favorable mais ce sont des annonces qui ne seront vérifiées que par l'expérience. D'autre part, le premier EPR2 construit serait le prototype d'une nouvelle filière et il est prématuré aujourd'hui de se convaincre d'une réussite considérée comme acquise aux yeux de ses promoteurs qui annoncent d'emblée la construction rapprochée de quatre autres EPR2.
A cet égard, il est bon de rappeler ce qu'Areva écrivait en 2003 sur l'EPR[1] :
« *L'EPR, sûr, fiable, compétitif et respectueux de l'environnement est prêt à être construit. Décider prochainement d'en réaliser un premier exemplaire, c'est : pérenniser les compétences et le tissu industriels nucléaires français ; confirmer et affermir à l'international la position de leader de notre industrie ; conforter la compétitivité et la sûreté du parc actuel, tout en assurant la préparation de son renouvellement ; préserver, pour notre pays, la maîtrise de ses choix énergétiques* ». On sait ce qu'il en a été … L'EPR de Flamanville n'a toujours pas démarré.

3. Le choix du site de Penly est largement expliqué dans le dossier du maître d'ouvrage. Un point important reste en question : d'après nos informations, il faudrait construire à terme une ligne THT de 400 kV d'un coût estimé à 2 milliards d'euros. D'autre part, des travaux considérables devraient être réalisés pour l'aménagement du site, estimés à une durée de trois ans et demi : agrandissement de l'espace disponible, reprofilage de la falaise par décalage du pied de falaise et création de la terrasse de préfabrication, agrandissement de la plateforme de front de mer, terrassements au niveau des futures installations.

4. De façon générale, le choix des sites présenté par la maître d'ouvrage pose problème eu égard aux bouleversements climatiques qui ne feront que s'aggraver dans les années et les décennies qui viennent. Il faut se projeter en effet sur la situation qui régnera dans les années de construction jusqu'en 2035-2037, suivie par une durée une exploitation de soixante ans, puis du démantèlement et de la gestion des déchets.
Nous traitons ce problème de la vulnérabilité aux bouleversements climatiques dans notre réponse à la question 7, mais on voit tout de suite que les sites des projets envisagés posent tous des problèmes : pour la questions de la disponibilité de l'eau de refroidissement pour les réacteurs qui seraient implantés sur un fleuve (Bugey et Tricastin), pour la montée des eaux

[1] « Tout sur l'énergie nucléaire », Bertrand Barré, édition Areva.

de la mer pour les sites côtiers (Penly et Gravelines), pour les besoins en eau douce, très importants pendant la période de construction des sites côtiers notamment.
Dans le cas de Penly, cette eau douce serait prélevée sur le petit fleuve côtier la Yères, long de 40 km, qui se jette dans la Manche à Criel-sur-Mer, à quelques kilomètres du site de Penly et en zone d'intérêt écologique, faunistique et floristique. Le document du maître d'ouvrage nous dit que la consommation mensuelle d'eau douce serait d'environ 7000 mètres cubes et atteindrait 10 000 mètres cubes par mois au plus fort des travaux de génie civil[2].

Quel sera son débit dans 10, 20, 30 ans et plus ?

Qu'il s'agisse de la filière choisie pour les réacteurs, de leur puissance, de leur sûreté et de leur sécurité, ainsi que de la vulnérabilité des sites choisis aux bouleversements climatiques annoncés, nous considérons que le programme présenté par le maître d'ouvrage n'est pas acceptable.

[2] Dans son document pout la construction de deux EPR à Sizewell au Royaume-Uni, EDF déclare une consommation d'eau douce une demande d'eau douce pour les travaux d'aménagement et de construction allant jusqu'à 4000 mètres cubes par jour.

SFEN

Question n° 2 : Pourquoi lancer la construction de nouvelles centrales nucléaires sous la forme d'un programme de réacteurs identiques (3 paires dans le programme présenté) ?

Question n° 2

Intitulé de la question : Pourquoi lancer la construction de nouvelles centrales nucléaires sous la forme d'un programme de réacteurs identiques (3 paires dans le programme présenté) ?

Point de vue et argumentation initiale fournie par : Sfen

Le chantier de Flamanville a connu des difficultés. Les incertitudes d'une tête de série se sont combinés à la perte de compétence d'une filière qui n'avait plus démarré de grand chantier de construction depuis 15 ans. Par comparaison, les 2 EPR de Taishan en Chine, qui ont connu des retards, ont bénéficié de l'élan du programme chinois de construction en cours et de l'effet d'une construction par paire.
[1]

Pour réussir, la France doit d'abord mettre en place un vrai programme industriel, avec un certain nombre de réacteurs lancés à intervalles réguliers. Les gains économiques des effets de série sont documentés par la littérature économique dans toutes les industries, et ont été un facteur clef de réussite du programme français dans les années 70-90. Cet effet de série fait aujourd'hui le succès du programme chinois.

La Sfen a montré[2], en se fondant sur le retour d'expérience du programme français (Cour des Comptes 2012), que pour tirer tous les bénéfices des effets de série, il fallait construire les réacteurs par paire sur un même site (réduction de 15 % des coûts de construction), et s'engager sur un programme d'au moins trois paires (réduction de 30 % des coûts de construction).

Rappelons que la baisse des coûts d'un grand projet est influencé par différents paramètres :

- Effet de rythme[3] : nécessité que le nombre de tranches engagées permette de maintenir une charge minimale continue tant au niveau des études que de la fabrication des matériels. La continuité des engagements est un paramètre essentiel.
- Effet de productivité : les contrats EPR2 aux fournisseurs et prestataires seront passés pour trois paires, ce qui permet, en leur donnant de la visibilité, aux entreprises d'investir aussi bien dans l'outil industriel que dans les compétences (recrutement et formation)
- Effet de mutualisation : la construction de plusieurs réacteurs de conception identique permet de mutualiser les études de conception. La construction de

[1] Rapport Folz octobre 2019
[2] Les coûts de production du nouveau nucléaire français Sfen mars 2018
[3] La réduction des coûts de construction du nouveau nucléaire, Revue de l'énergie, février 2019

plusieurs tranches d'un même palier sur le même site permet la mutualisation des travaux et même celle de certains bâtiments annexes.

Sur la chantier britannique de deux EPR à HPC[4], les gains de planning sur le génie civil de la seconde unité par rapport à la première unité sont de l'ordre de 30%. Dans le détail, un gain d'efficacité de 36% a été observé entre la pose sur l'unité 1 du premier anneau d'acier et celle du second.

[4] RGN « HPC : l'étalon britannique » Eté 2022

DÉBAT PUBLIC
« NOUVEAUX RÉACTEURS NUCLÉAIRES ET PROJET PENLY »

DÉMARCHE DE CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUE

Clarification des controverses techniques

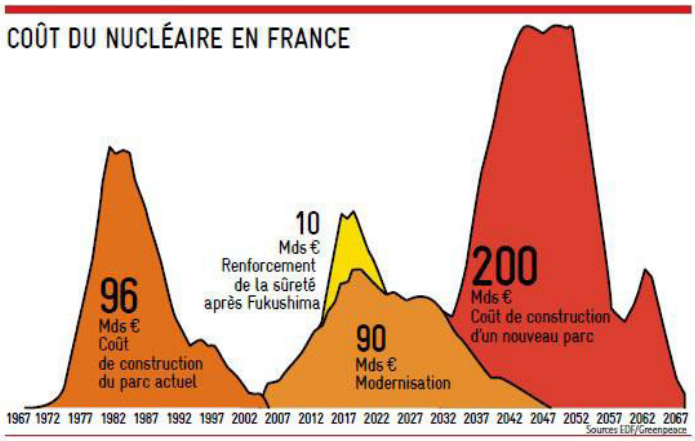
Contribution de France Nature Environnement au 1er cycle d'argumentation

Question n° 2 : Pourquoi lancer la construction de nouvelles centrales nucléaires sous la forme d'un programme de réacteurs identiques (3 paires dans le programme présenté) ?

Le jeudi 10 février 2022, à Belfort, le Président de la République a annoncé la construction sur le territoire de six EPR2 et le lancement d'études de mises en chantier pour huit EPR2 additionnels. La mise en service du premier réacteur est prévue pour 2035, a-t-il annoncé. Il devrait être construit sur la centrale existante de Penly, en Seine-Maritime, selon EDF.

Nous sommes en présence d'une volonté politique bien plus que d'une proposition d'un opérateur énergétique. Au prétexte de « *reprendre le contrôle de notre destin énergétique* », le pouvoir exécutif a appelé de ses vœux une « *renaissance* » du nucléaire français, vantant la « *souveraineté* nationale » et louant les mérites de la « *planification* » pour « *atteindre nos objectifs, en particulier la neutralité carbone en 2050* »…

Il semblerait donc que l'opportunité industrielle détermine bien plus que la nécessité énergétique cette décision de relance de la filière qui est loin de se limiter à la seule construction de quelques EPR. Ont en effet été aussi annoncés à Belfort : la prolongation des réacteurs en exploitation, la suspension de toute mise à l'arrêt définitif, le développement de réacteurs SMR et le financement de la recherche sur d'autres types de réacteurs…



L'Etat reviendrait donc sur le chemin ouvert à l'aube des années 1970 par la commission PEON sans prendre en compte un quelconque retour d'expérience au mépris de la plus élémentaire rationalité énergétique et économique…

Non seulement ce programme, à la suite du précédent mis en œuvre à la fin du XXe siècle, est très onéreux mais pas plus que le précédent il ne garantit conformité, robustesse et maitrise des couts.

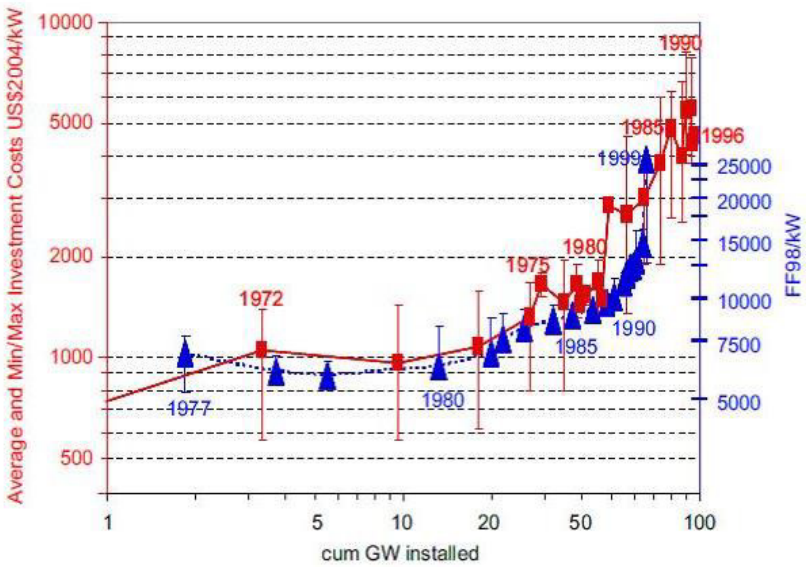
Tout au plus, nous est proposé un pari fort peu précis qui s'inscrit dans la stricte continuité des propositions formulées par Dominique Minière lors de l'élaboration de la nouvelle Programmation pluriannuelle de l'énergie en 2018. La construction en série par paire d'EPR comme cela a été fait à Taishan et aujourd'hui tenté à Hinkley Point serait, à en croire ses promoteurs, plus facile, plus sûre et moins chère que celle de têtes de série comme à Olkiluoto ou Flamanville…

Tout cela est peut-être vrai mais il conviendrait tout de même de vérifier alors que les réacteurs de Taïshan connaissent des problèmes structurels que l'on retrouve sur le reste du parc nucléaire français, et que le chantier d'Hinkley Point c patine tout autant que les précédents accumulant déjà retards et surcoûts. Les vertus de la construction en série restent encore à démontrer !

Mais là n'est pas l'incertitude principale que présente le programme qui nous est proposé. De telles modalités de construction ne garantissent aucunement que les opérations et surtout la fabrication des composants soient mieux maitrisées que par le passé.

En effet, la filière nucléaire reste marquée par la crise ouverte par la découverte de malfaçons et surtout de falsifications au Creusot et ailleurs. Le mythe de l'excellence industrielle française s'est brisé. Non seulement les fabrications mais la conception et l'assemblage des équipements, en particulier sous pression, ont donné à voir faiblesses et fragilités qui amènent à douter que les entreprises françaises puissent satisfaire aux exigences définies par les nouveaux référentiels de sûreté et de qualité en vigueur depuis la catastrophe de Fukushima. Les principaux éléments de la cuve de l'EPR de Flamanville n'ont-ils pas été forgés au Japon au vu des doutes anciens sur les compétences et le sérieux des forges de Bourgogne ?

La crise des corrosions sous contrainte qui se traduit par la défaillance de plus de la moitié du parc nucléaire en exploitation confirme malheureusement ce triste constat. La mise en œuvre d'un programme de construction de nouveaux réacteurs nucléaires ne nécessite pas seulement un effort de formation, elle implique de retrouver une culture industrielle et technique qui s'est affaibli au fil des années pour des raisons comptables mais aussi organisationnelles et humaines. Proposer la construction d'un programme avant que toutes ces incertitudes et autres défaillances n'aient été traitées est pour le moins aventureux…



Et combien même. Le maitre d'ouvrage croit-il sérieusement que ce programme-ci permettrait de lever cette fatalité identifiée par Arnulf Grübler qui pèse sur la filière nucléaire en France et ailleurs. En effet, l'ensemble des sources publiques disponible attestent que la technologie nucléaire est victime d'une sorte de « *folie des grand*eurs » qui se traduit concrètement par un apprentissage négatif…. C'est-à-dire que le réacteur suivant coûte toujours plus cher que le précédent...

Quel est donc l'intérêt dès lors d'engager un programme de 6 à 14 réacteurs alors que chacun saît que le budget prévisionnel ne sera pas tenu, que les délais respectés ne le seront pas plus et que, de surcroît, chaque réacteur ne correspondra pas pleinement au modèle envisagé initialement ?

Seuls des impératifs industriels peuvent justifier un tel choix alors que l'urgence invite à envisager des solutions immédiates au moindre coût pour garantir la sécurité des approvisionnements en électricité requise par la loi.

Nous considérons en conséquence que « lancer la construction de nouvelles centrales nucléaires sous la forme d'un programme de réacteurs identiques » est un pari pour le moins précaire qui ignore la gravité de la crise énergétique qui touche aujourd'hui l'Europe. Non seulement la solution proposée est trop chère, trop incertaine et trop tardive, mais elle peut créer un effet d'éviction préjudiciable à la mise en œuvre d'un véritable programme d'économie d'énergie et de développement d'énergies alternatives qui valorisent les ressources locales au cœur des territoires.

Si la France a besoin d'un programme et plus encore d'une stratégie énergétique, elle ne peut reposer sur la technologie nucléaire !

Global Chance – Question 3

Le programme des réacteurs EPR2 prend-il en compte le retour d'expérience de la construction des EPR et de l'exploitation des réacteurs de deuxième génération, EDF propose la construction d'un certain nombre de réacteurs du modèle « EPR2 ».

*

La conception d'EPR2 est issue de celle de l'EPR. Celui de Flamanville n'ayant pas démarré (ni encore reçu l'autorisation des essais de démarrage) et les autres EPR, de Finlande et de Chine, après des démarrages récents, étant aujourd'hui en panne ou fonctionnant à faible puissance, le retour d'expérience sur les EPR est très faible. Cette note examine les questions de sûreté. Celles-ci ne sont pas traitées dans le dossier du maître d'ouvrage.

Nos commentaires sont basés sur l'avis de l'ASN du 16 juillet 2019 (2019-AV-0329) qui porte sur le dossier d'options de sûreté (DOS) des deux projets EPRNM et EPR2

Notons d'emblée le « Considérant » suivant : *« Considérant que le projet de réacteur EPR NM doit prendre en compte les enseignements tirés de la conception, de la réalisation, des essais et des premières années de fonctionnement des réacteurs de type EPR situés en France et à l'étranger*

Les options de conception : *« L'ASN considère qu'il* ***aurait été souhaitable*** *que la prise en compte du retour d'expérience conduise à réinterroger plus largement la conception, par exemple pour réduire les risques de bipasse du confinement inhérents à la conception de certains systèmes de sûreté ou encore pour rendre plus robuste la conception de systèmes participant à la gestion à long terme des accidents avec fusion du cœur».*

L'enceinte de confinement : Le réacteur EPR possède une enceinte de confinement composée de deux parois de béton : une paroi externe en béton armé et une paroi interne recouverte intérieurement d'une peau métallique (liner)**,** configuration considérée alors comme indispensable pour résister à des accidents internes et à des atteintes extérieures telles que les chutes d'avion. L'enceinte de confinement des projets EPRNM et EPR2 est une enceinte à simple paroi épaisse en béton précontraint dont la face interne est revêtue d'une peau d'étanchéité métallique. L'ASN donne son accord au principe de cette solution.

Nous considérons que cette « simplification » est dictée par la réduction des coûts plutôt que par une « amélioration » de la sûreté.

L'instrumentation du cœur du réacteur : L'ASN considère que l'instrumentation neutronique de référence du cœur prévue pour le projet de réacteur EPRNM ne permet pas de disposer d'informations suffisamment précises sur la distribution de puissance interne au cœur et ne répond pas aux dispositions du guide du 18 juillet 2017 susvisé. L'ASN considère que ce n'est pas acceptable**.** Qu'en est-il pour EPR2 ?

Récupérateur ou stabilisateur de corium : Dans l'EPR, une innovation importante destinée à améliorer la sûreté est constituée d'un « récupérateur » de corium situé au fond de l'enceinte de confinement, permettant de recueillir et de refroidir le cœur fondu (corium) après le percement éventuel du fond de cuve du fait de la fusion du cœur[1]. Dans les projets EPRNM et EPR2, EDF retient l'installation d'un « stabilisateur » de corium mais précise : « *Sur la base du retour d'expérience des projets EPR en cours, la conception de récupération et de stabilisation du corium est optimisée pour le projet EPR NM. L'objectif est de permettre une fabrication et une installation* ***plus simples, tout en préservant le même niveau de sûreté*** »[2].

On constate ici encore le souci de simplification, acceptable à condition que la sûreté soit, sinon améliorée, du moins égalée ce qui est loin d'être le cas. Curieusement, le dispositif du

[1] « Accidents graves des réacteurs à eau de production d'électricité ». IRSN-2008/98, 15 décembre 2008.

[2] EDF, dossier d'options de sûreté, volume 2 (4.2.3).

« système de récupération et de stabilisation » prévu par EDF pour le projet EPR NM et EPR2 n'est pas mentionné dans le dossier du maître d'ouvrage.

La prise en compte des agressions

Les agressions d'origine interne : sur deux points, le jugement de l'ASN est sévère :

- Incendie : **«** *Les principes de conception présentés dans le dossier d'options de sûreté en matière de maîtrise des risques dus à l'incendie sont trop généraux pour pouvoir déterminer si la conception qui découlera de ces principes sera acceptable* **».**
- Explosion : **«** *Le dossier d'options de sûreté ne présente pas les dispositions de conception associées à la maîtrise du risque d'explosion* **».**

Les agressions d'origine externe : l'avis de l'ASN ne traite que deux sujets : la chute accidentelle d'aéronef et le séisme. Cela nous paraît très restrictif : il faudrait au moins distinguer les agressions externes naturelles et les agressions externes accidentelles ou malveillantes.

Agressions externes naturelles : la question des séismes est traitée dans l'avis de l'ASN (annexe 1, 5.2.2) ***:*** *« L'ASN considère que les méthodes du domaine de conception étendu doivent être fondées sur des méthodes déterministes qui représentent les phénomènes physiques étudiés ainsi que le comportement des structures. Les critères retenus peuvent tenir compte du caractère extrême de la situation étudiée. La méthode « design extension seismic capacity » n'est ainsi pas acceptable* ».

Nous traitons dans la réponse à la question 6 la vulnérabilité des réacteurs aux bouleversements climatiques.

Agressions externes aléatoires ou malveillantes : seule est prise en compte que chute accidentelle d'un avion militaire ou d'un avion commercial. Bien que cela relève de la sécurité et non de la sûreté et donc « secret défense », il est légitime que le citoyen s'interroge sur l'effet du choc frontal d'un avion gros porteur sur le bâtiment réacteur et le bâtiment combustible (« piscine » des combustibles irradiés), les conduites d'eau de refroidissement, les cuves de carburant des diesels, les transformateurs, les lignes électriques…), et ***s***ur la vulnérabilité de l'installation à une attaque par drone ou à une cyber-attaque, voire à des confits sociaux ou militaires.

L'exclusion de rupture

Par lettre à EDF du 15 septembre 2021[3], le président de l'ASN écrit :

« A la suite des compléments et des engagements que vous avez transmis à l'ASN en réponse à son avis en référence[4], je considère désormais que le recours à la démarche d'exclusion de rupture des tuyauteries principales des circuits primaire et des lignes de vapeur secondaires sur les réacteurs EPR2 est acceptable ».

Cette position est inacceptable.

Si les simplifications proposées par EDF apparaissent comme favorables pour la construction et l'exploitation du réacteur, nous considérons qu'elles constituent une régression de la sûreté nucléaire.

[3] CODEP-DCN-2021-040400

[4] Celui du 16 juillet 2019 étudié dans cette note.

Réponses aux questions CNDP

Question n° 3 : Le programme de réacteurs EPR2 prend-il en compte le retour d'expérience de la construction des EPR et de l'exploitation des réacteurs de deuxième génération ?

Cette question englobe :

• le retour d'expérience technique et « projet » associé à la construction des EPR en France et dans le monde,

• la prise en compte des problèmes techniques rencontrés sur le parc des réacteurs de deuxième génération,

• la capacité industrielle disponible pour réaliser le programme en lien avec la question 2, dans le respect des critères de qualité, délais et coûts annoncés.

Réponse Greenpeace France :

Le programme de réacteurs EPR2 ne peut pas prendre en compte le retour d'expérience de l'EPR de Flamanville car celui-ci ne fonctionne pas encore. Les clarifications détaillées sur l'origine du problème de l'EPR Taishan 1 n'ont pas été communiquées. Il nous est donc impossible de savoir si le retour d'expérience sur ce problème de fonctionnement pourra être fait. L'EPR d'Olkiluoto en Finlande est toujours en phase de démarrage. Aucune donnée n'est donc disponible, que ce soit sur un temps court, ou long, permettant un retour d'expérience de son fonctionnement.

Les retours que nous pouvons faire à ce stade de connaissance sont les suivants :

- Les EPR qui ont été construits (ERP1) n'ont déjà pas pris en compte les retours d'expérience des réacteurs étrangers de puissance similaire, par exemple les Konvoi, réacteurs allemands de 1500 MW où on avait trouvé un problème similaire avec des vibrations faisant penser au problème de Taishan.

- Les modifications entreprises sur l'EPR par rapport aux centrales N4 et KONVOI - portant aussi bien sur les paramètres techniques du procédé que sur les paramètres de construction dans leur interaction globale - n'ont pas été suffisamment testées en pratique jusqu'à présent. Ces tests sont cependant nécessaires pour des fonctions importantes du point de vue de la sûreté [1]. Les programmes de calculs physiques relatifs au réacteur devant servir à déterminer la charge du cœur de l'EPR n'ont pas pu être suffisamment validés jusqu'à présent. La validation consiste précisément en un nombre de valeurs comparatives suffisantes découlant du fonctionnement qui doivent servir de base. Toutefois, on ne dispose pas de telles valeurs pour les réacteurs EPR1 ou les gros réacteurs comparables à l'EPR, avec des durées de fonctionnement équivalentes. Une méthode d'analyse ne peut être considérée comme validée que lorsque l'applicabilité et l'exactitude suffisante de la méthode employée pour chaque application ont pu être démontrées dans le cadre de la validation effectuée et documentée.

- L'avis de l'ASN sur le dossier d'options de sûreté (DOS) de l'EPR2 est très critique. Le secret industriel autour des logiciels utilisés pour les calculs "les outils de support (informatiques et mathématiques) ne sont pas tout à fait appropriés pour le calcul de la répartition de la puissance".

- Les résultats des calculs de mécanique des fluides à l'intérieur des cuves des réacteurs de grandes puissances n'ont pas été vérifiés avec plusieurs méthodes différentes, ce qui rend le protocole trop léger. De plus, il n'existe pas assez de données empiriques de fonctionnement à pleine puissance de ce type de réacteur pour avoir ce qu'on pourrait appeler un véritable retour d'expérience.

Quel est le plan détaillé des capacités industrielles à disposition ? Combien d'ingénieurs ? Combien d'ouvriers ? Pour quels métiers ? Avec quels savoir-faire ? Pour l'instant il n'y a aucune planification et preuve que les industries françaises sont en mesures de construire des EPR2, surtout vu l'accumulation de défaut de fabrication de l'EPR de Flamanville : les soudures de mauvaise qualité, défauts de fabrication de la cuve du réacteur et de son couvercle qui doit encore être changé, la coulée du béton qui a dû être refaite deux fois…

[1] Requirement 9: Proven engineering practices, Requirement 29: Calibration, testing, maintenance, repair, replacement, inspection and monitoring of items important to safety /IAEA 2016/ (Prescription 9 : Pratiques d'ingénierie éprouvées, Prescription 29 : Étalonnage, essais, maintenance, réparation, remplacement, inspection et surveillance des éléments importants pour la sûreté /IAEA 2016/

SFEN

Question n° 3 : Le programme de réacteurs EPR2 prend-il en compte le retour d'expérience de la construction des EPR et de l'exploitation des réacteurs de deuxième génération ?

Cette question englobe :

- *• le retour d'expérience technique et « projet » associé à la construction des EPR en France et dans le monde,*
- *• la prise en compte des problèmes techniques rencontrés sur le parc des réacteurs de deuxième génération,*
- *• la capacité industrielle disponible pour réaliser le programme en lien avec la question 2, dans le respect des critères de qualité, délais et coûts annoncés.*

Question n° 3

Intitulé de la question : Le programme de réacteurs EPR2 prend-il en compte le retour d'expérience de la construction des EPR et de l'exploitation des réacteurs de deuxième génération ?

Point de vue et argumentation initiale fournie par : Sfen

Plusieurs actions ont été menées à la fois pour rendre l'EPR plus facile à construire, sur la base des premiers chantiers, mais aussi sur l'organisation industrielle du projet et de la filière, sur la base du rapport Folz.

- **Une version simplifiée de l'EPR**

L'EPR2 est une version simplifiée, optimisée et industrialisée de l'EPR. La conception du réacteur a été adaptée pour tirer parti des premiers chantiers. Aussi, pour le rendre plus facile à construire, la conception prend en compte les feedbacks des fournisseurs et prestataires, en particulier sur le génie civil. L'ASN en a adopté les options de sûreté en septembre 2021.

- **Plan Excell**

Suite à la remise du rapport Folz la standardisation des équipements, via l'utilisation de catalogues, la simplification des spécifications vers les fournisseurs ou des modes de contractualisation rénovés.

Le programme bénéficiera de la dynamique du plan Excell[1] , lancé en 2019 après le rapport Folz. Ce plan a permis de remettre à plat toutes les raisons qui ont conduit aux difficultés de la construction de l'EPR Flamanville. Il vise à retrouver le plus haut niveau de rigueur, de qualité et d'excellence dans la filière nucléaire, pour « fabriquer et construire bon du premier coup ». Il a reçu un soutien de France Relance. Le plan Excell a aujourd'hui atteint – ou dépassé – 23 des 25 engagements fixés initialement. [2] IL comprend cinq grands axes :

[1] Le Plan Excell

[2] https://www.sfen.org/rgn/6-11-plan-excell-un-prealable-incontournable-a-tout-nouveau-programme-nucleaire/

- Gouvernance projet au meilleur état de l'art : renforcement des exigences sur le franchissement des jalons. Il s'agit de s'assurer, à chaque phase, que la maturité nécessaire est atteinte avant de passer à la prochaine phase
- Compétences : l'Université des métiers du nucléaire (UMN) a été créée en avril 2021 pour renouveler en profondeur l'approche des questions liées aux compétences et aux recrutements. L'UMN vise à dynamiser l'offre de formation pour que les industriels reçoivent les talents dont ils ont besoin.
- Relations fournisseurs :mise en place de modes de contractualisation rénovés
- Fabrication et construction garanties du premier coup : appui des entreprises par le Gifen à la démarche de certification ISO 19443 (norme qualité spécifique au nucléaire)
- Standardisation et réplication: utilisation de catalogues de composants d'usage obligatoire et de maquettes numériques. Spécifications techniques explicites et réduites au juste requis.

Clarification des controverses techniques

Contribution de France Nature Environnement au 1er cycle d'argumentation

Question n° 3 : Le programme de réacteurs EPR2 prend-il en compte le retour d'expérience de la construction des EPR et de l'exploitation des réacteurs de deuxième génération ?

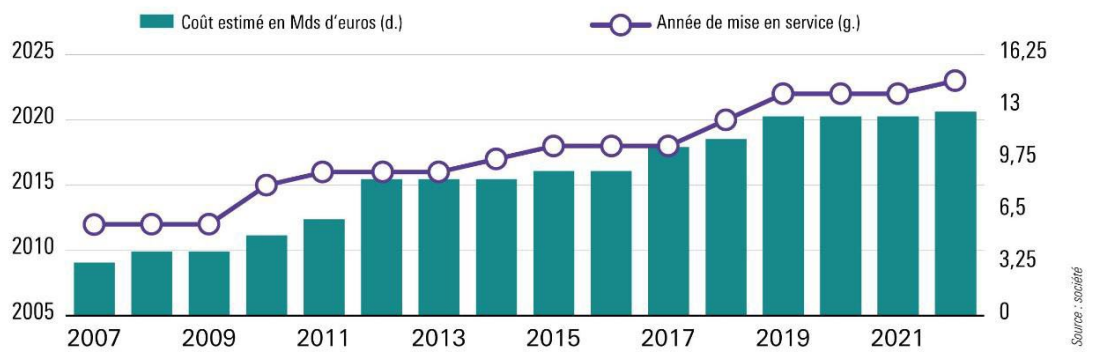
Cette question englobe :

- le retour d'expérience technique et « projet » associé à la construction des EPR en France et dans le monde,
- la prise en compte des problèmes techniques rencontrés sur le parc des réacteurs de deuxième génération,
- la capacité industrielle disponible pour réaliser le programme en lien avec la question 2, dans le respect des critères de qualité, délais et coûts annoncés.

Force est de reconnaître que l'EPR est au secteur de l'énergie ce que le minitel fut à celui de l'informatique : un échec retentissant donnant à voir cette capacité étonnante de notre pays à persévérer dans l'erreur. Un signe ne trompe, l'entreprise qui a développé au siècle dernier l'EPR, Siemens, acteur pour le moins sérieux du secteur de l'énergie, a renoncé au nucléaire il y a plus de dix ans. Seuls les avatars successifs de la société franco-américaine de construction atomique restent persuadés de l'opportunité voire de la faisabilité d'un réacteur de grande puissance dans une pays où d'aucuns peinent à recruter des soudeurs.

Or le développement à la sauce française des chaudières Westinghouse équipant les sous-marins nucléaires américains dans les années 1950 n'a jamais donné à voir une quelconque excellence si ce n'est dans L'Empire du Milieu loin des regards de l'opinion publique mondiale. Les chantiers EPR de Finlande, de France et du Royaume-Uni ne sont qu'une longue suite d'aléas qui alimentent une défiance croissante vis-à-vis de la technologie nucléaire.

10 ans de retard et un coût quadruplé pour l'EPR de Flamanville



Il serait fort long de reprendre en détail la chronologie des erreurs, défaillances et autres écarts constatés sur l'ensemble des chantiers EPR. Le rapport de Jean-Martin Folz remis à Bruno Lemaire en octobre 2019 ainsi que celui établi par la Cour des Comptes en juillet 2020 ainsi que de nombreux travaux proposés par des experts non-institutionnels permettent à chacun de prendre la mesure de l'échec industriel.

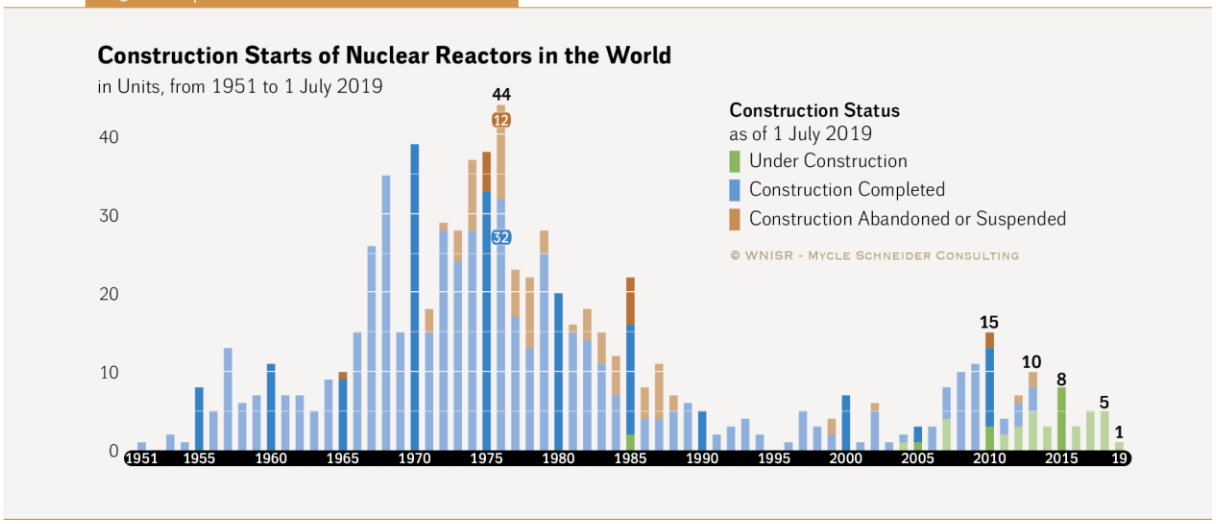
Si l'estimation initiale n'était pas réaliste, l'ampleur et la complexité du réacteur n'expliquent pas à elles-seules les mille et une vicissitudes d'un projet mal conçu, peu préparé et mis en œuvre d'une manière pour le moins

surprenante.

La filière nucléaire se trouve en effet confrontée à deux limites qui expliquent l'incapacité durable depuis 3 décennies à faire fonctionner un réacteur de 1 600 MWe alors que ceux de 1 450 MWe ne se distinguent guère par leur robustesse et leur fiabilité. Comme pour le 2e principe de la thermodynamique qui permet de comprendre pourquoi les deux tiers de la puissance générée par une chaudière nucléaire partent en vapeur, le principe des rendements décroissants permet de comprendre que le rapport entre l'augmentation de puissance d'un réacteur et sa production effective est négatif. Pour le dire autrement, plus un réacteur est gros moins il produit comme on peut le voir à Flamanville où quinze ans après le début des travaux pas un KWh n'est sorti du site. Cette situation s'explique par un autre principe ou plutôt une autre réalité, celle du plafond de verre technologique auquel la filière nucléaire se heurte. Les difficultés rencontrées pour forger des pièces conformes aux attentes les prouve. La réalisation de certaines opérations conçues par quelques ingénieurs est si complexe qu'elle en est devenue quasi impossible dans des conditions économiquement acceptables.

Ce n'est donc pas le seul retour d'expérience de la 3e génération de réacteurs nucléaires qui doit être pris en compte mais celui de la 1ere et de la 2e génération. Les incertitudes qui englobent aujourd'hui le programme proposé par le maitre d'ouvrage sont la résultante de l'histoire et du devenir de la filière nucléaire depuis 60 ans. Son adaptation à un marché de l'énergie de plus en plus concurrentiel est de plus en plus difficile à mesure que les exigences de sûreté imposées après des accidents sérieux compliquent un peu plus encore la tache des constructeurs et des exploitants. Ainsi le nucléaire est-il devenu au fil des années une solution de moins en moins privilégiée à mesure que les contraintes qui y sont inhérentes augmentent.

Figure 11 | Construction Starts in the World



Pour conclure, il nous apparaît que le programme de nouveaux réacteurs EPR2 ne prend en compte ni le retour d'expérience global de la filière nucléaire ni celui de la filière EPR. A l'inverse il semblerait que les modifications apportées au modèle initiale aient été faites aux dépends de la robustesse de l'installation et de la sûreté nucléaire à en croire les avis de l'Autorité de contrôle et de l'Institut de radioprotection sur le dossier d'option de sûreté présenté par le maitre d'ouvrage en 2019. Dans un contexte général de changement climatique et de multiplication des aléas météorologiques, il nous apparaît que ces assouplissements mus par le seul souci comptable ne soient pas favorables à la protection des installations, des travailleurs, des populations riveraines et de l'environnement.

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ELEMENTS A FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Question n° : 3a

Intitulé de la question : Le programme de réacteurs EPR2 prend-il en compte le retour d'expérience (REX) de la construction des EPR et de l'exploitation des réacteurs de deuxième génération ? **(REX "technique" & "projet")**

Point de vue et argumentation initiale fournie par : **EDF**

Rédaction (4000 caractères maxi) :

Nota : cette fiche argumente sur la prise en compte du REX « technique » et « projet » en complément d'une autre fiche qui argumente sur la prise en compte du REX « industriel » et ses incidences en termes de qualité, coûts délais.

Le projet EPR2 s'inscrit dans la démarche d'amélioration continue de la sûreté, nourrie par le retour d'expérience (REX) du parc nucléaire français, le REX international et le REX des EPR en France et dans le monde (Chine, Finlande, Royaume-Uni). La capitalisation de ce retour d'expérience est un processus centralisé au sein d'EDF, qui est analysé pour bénéficier directement au projet EPR2 avec une organisation spécifique.

Sur son parc en exploitation, EDF surveille au quotidien le bon fonctionnement de ses installations : surveillance des différents indicateurs sur le comportement des matériels, rondes sur le terrain, contrôles périodiques du bon fonctionnement des systèmes de sécurité des réacteurs…
Pendant les arrêts pour maintenance, qui interviennent tous les 18 mois et permettent de procéder au renouvellement d'une partie du combustible, EDF surveille l'état des composants, réalise un certain nombre d'essais et, si nécessaire, change préventivement des composants dans le cadre des opérations de maintenance.
Tous les 10 ans, un réexamen approfondi de la sûreté de l'installation est réalisé. Ces Réexamens périodiques sont l'occasion de mener les travaux rendus nécessaires pour intégrer l'expérience acquise en matière de sûreté, ainsi que les progrès faits dans la connaissance des risques. C'est au terme de ces visites de contrôle poussées que l'Autorité de sûreté nucléaire valide l'autorisation de poursuivre l'exploitation du réacteur.

Le Parc en exploitation a ainsi fait l'objet de nombreuses modifications au cours de son exploitation en lien avec l'évolution des connaissances. Ces modifications sont intégrées dès la conception sur les réacteurs EPR et EPR2. On pourra citer par exemple :

- Le tracé de tuyauteries et la conception de pièces spécifiques suite à la prise en compte du retour d'expérience des incidents liés à des phénomènes non connus lors de la conception initiale des réacteurs du parc en exploitation (par ex : fissuration d'un circuit de refroidissement sur Civaux en 1998, zones de mélanges de fluides chaud/froid et phénomène dit de Farley-Tihange entre les années 1987 et 1996).
- La suppression de l'usage de la stellite pour la conception des robinets pour prendre en compte les évolutions des connaissance en matière de matériaux (la stellite des robinets contribuant significativement à la dosimétrie du circuit primaire).
- La prise en compte à la conception du réchauffement climatique (le déploiement d'un référentiel spécifique « Grand Chaud » a été nécessaire sur le Parc en exploitation pour s'adapter aux évolutions de températures). Voir fiche controverse Q6.

La prise en compte du retour d'expérience présente également un volet technique important qu'il ne serait pas possible de présenter exhaustivement. Néanmoins, à titre d'illustration, les éléments page suivante peuvent être mentionnés.

La prise en compte à la conception du retour d'expérience international, en premier lieu de l'accident de Fukushima-Daiichi a conduit le projet à renforcer les dispositions en matière de sûreté ci-après (le retour d'expérience des accidents des centrales nucléaires de Tchernobyl et Three Miles Island étant déjà pris en compte par reconduction de dispositions existantes sur le parc français et l'EPR) :

- Le renforcement des moyens de refroidissement de la piscine combustible.
- Le rehaussement du niveau d'agressions naturelles externes extrêmes pris en compte, ainsi que l'autonomie accrue du site dans ces situations.
- La diversification et la protection des sources froides et des fonctions d'alimentation électrique de secours contre ces agressions.

Sur la prise en compte du retour d'expérience technique et projet des EPR, on peut citer l'exemple emblématique des soupapes du pressuriseur (PSRV) qui servent à protéger le circuit primaire contre les surpressions. Sur l'EPR de Flamanville, le choix s'était porté sur une technologie de soupapes de marque SEMPELL issues de la technologie utilisée sur les réacteurs allemands de type KONVOI. Ce choix a été questionné par l'IRSN et l'ASN notamment lorsque des désordres ont été observés dans les soupapes, tant sur Flamanville 3 que Olkituoto 3. **Pour tenir compte de ce retour d'expérience sur EPR2, le choix s'est porté sur la technologie des soupapes SEBIM utilisées sur le parc en exploitation** (deux soupapes montées en série pour chacune des trois soupapes de sûreté) similaire à celle du palier N4.

Les non-qualités observées sur l'EPR Flamanville 3 (ségrégation carbone du couvercle de cuve, soudures du secondaire de Flamanville 3) ont conduit à la mise en place de plusieurs plans d'action, sous l'impulsion du plan excell d'EDF, visant à permettre à la filière nucléaire de retrouver le plus haut niveau de rigueur, de qualité et d'excellence :

- Concernant les usines Framatome, les gammes de fabrication ont été reprises et les équipements installés sur l'EPR2 font l'objet de qualification technique spécifique permettant de vérifier le respect des exigences.
- Le procédé de forgeage des branches primaires a évolué afin de garantir l'atteinte des standards qualité exigés.
- Concernant les soudures des tuyauteries vapeur secondaires, le projet EPR2 a mis en place des dispositions organisationnelles particulières (comme par exemple le développement des compétences, l'amélioration des prescriptions contractuelles et de la surveillance) ainsi que des exigences techniques renforcées (comme par exemple le recours privilégié aux préfabrications ou aux procédés mécanisés de soudage) sous le contrôle de l'ASN DEP.

D'un point de vue organisationnel :

- Le retour d'expérience des projets EPR a conduit à la création d'un plateau projet intégré EPR2, au sein duquel sont regroupés les entités d'ingénierie EDF mais également Framatome, ce qui permet d'accéder directement aux bases de REX des deux groupes. L'implication des futurs fournisseurs au plus tôt dans le projet permet de fiabiliser la réalisation des EPR2 (prototypage, essais, groupe de travail d'un consortium Génie Civil sur la préfabrication).
- Du personnel dépendant des entités exploitant le Parc est également intégré directement au sein du plateau projet pour assurer que les problématiques rencontrées sur le Parc en exploitation sont bien connues et intégrées sur l'EPR2.

Au-delà de l'organisation interne d'EDF, l'expérience acquise lors du chantier de Flamanville 3 démontre l'intérêt d'impliquer très en amont de la phase de réalisation les autorités compétentes. Celles-ci ont été sollicitées dès 2016 sur le projet EPR2 pour s'assurer de la bonne conformité des choix techniques structurants pris vis-à-vis de la réglementation française (voir argumentaire dédié).

Le réacteur EPR2 est ainsi conçu en se basant sur ce retour d'expérience, soit en reprenant les solutions éprouvées sur le Parc et en les transposant dans l'installation, soit en les intégrant directement à la conception.

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ELEMENTS A FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Question n° : 3b

Intitulé de la question : Le programme de réacteurs EPR2 prend-il en compte le retour d'expérience de la construction des EPR et de l'exploitation des réacteurs de deuxième génération ? **(REX « industriel »)**

Point de vue et argumentation initiale fournie par : **EDF**

Rédaction (4000 caractères maxi) :

Nota : cette fiche argumente sur la prise en compte du REX « industriel » et ses incidences en termes de qualité, coûts délais, vient en complément d'une autre fiche qui argumente sur la prise en compte du REX « technique » et « projet ».

Disposer des compétences pour réaliser le programme industriel des EPR2 en qualité, dans les coûts et les délais constitue un enjeu fort pour la filière nucléaire française. En la matière, le chantier de l'EPR de Flamanville (dont les difficultés ont été analysées par l'industriel Jean-Martin Folz dans son rapport de 2019[1]), et les autres projets d'EPR dans le monde, sont autant de retours d'expérience à prendre en compte pour le lancement d'un programme industriel nucléaire.

Ces enseignements ont notamment donné naissance au Plan excell visant à retrouver l'excellence de la filière nucléaire française. La mobilisation de l'ensemble des acteurs industriels s'est traduite par des actions concrètes qui pallient ainsi deux des principaux écueils mis en exergue par le chantier de l'EPR de Flamanville : **la maîtrise du geste technique** au sein de l'ensemble de la chaîne de sous-traitance et d'approvisionnement, ainsi que **l'érosion des compétences et les difficultés de mobilisation sur la durée.**

Pour permettre cet investissement, il est tout d'abord nécessaire d'avoir une **vision prospective sur les besoins en ressources et en compétences**. Cette vision est un des sujets transverse qui est porté par le syndicat professionnel de la filière nucléaire, **le GIFEN, créé en 2018**.

La vision anticipée des emplois et compétences nécessaires au programme de construction de réacteurs nucléaires en France, s'analyse plus largement au travers des besoins en ressources et compétences de l'ensemble de la filière sur l'ensemble de ses projets. **L'enjeu étant d'avoir les bonnes ressources au bon moment, pour réaliser les grands projets de la filière dans la durée.** L'idée est notamment d'identifier les opportunités de synergie ou les risques de concurrence entre projets.

C'est dans ce cadre que le GIFEN a mis en place le programme Match. Il s'agit d'un **processus pérenne qui analyse le besoin en compétences au regard des charges à venir sur une période de 10 ans. Match donne de la visibilité aux industriels qui peuvent ainsi projeter leurs investissements.** Il permet également de construire un plan d'action visant à sécuriser, à moyen terme, les recrutements et les ressources au sein des entreprises, notamment dans les TPE et PME.

[1] Rapport de Jean-Martin Folz : https://www.economie.gouv.fr/rapport-epr-flamanville

Cette vision industrielle des besoins en compétence nécessite d'être couplée avec les **formations nécessaires pour disposer de ces compétences au bon moment**. C'est un des objectifs de **l'EDEC du nucléaire**[2]. EDEC signifiant « *Engagement pour le développement de l'emploi et des compétences* ». Son objectif est d'accompagner une filière pour garantir le bon niveau de compétences, dans la durée.

L'EDEC de la filière nucléaire a été signé en mars 2021 pour une durée de deux ans, avec un budget d'un peu plus de 1 500 000 euros. Il a notamment pour objectif : de **réaliser l'état des lieux des métiers, compétences et formations** de la filière nucléaire et **d'adapter les formations en réponse aux besoins** de la filière en métiers et compétences.

Pour dynamiser ensuite le **déploiement des dispositifs de formation nécessaires**, **L'Université des métiers du nucléaire** a été créée le 27 avril 2021. Dès sa mise en place, elle a contribué à la **création de nouveaux lieux et cursus de formation**, accompagnant des projets locaux, par exemple les campus régionaux. Elle offre une meilleure visibilité des métiers et des formations auprès du grand public, en mettant en place un portail Web : https://www.monavenirdanslenucleaire.fr.

Elle a également lancé un dispositif de bourses d'études ciblé sur des élèves dans des cursus de formation **permettant de recruter sur des métiers en tension** (électricien industriel, chaudronnier, soudeur, tuyauter, mécanicien machine tournante), en partenariat avec dix lycées pour l'année scolaire 2021-2022.

Enfin, **directement associé au retour d'expérience du chantier EPR de Flamanville, des actions spécifiques à l'activité de soudage** ont été définies et réunies au travers du « **plan soudage** », Le plan est focalisé sur **deux grandes dimensions : les compétences et la maîtrise des risques tout au long du programme de soudage**. Ce plan d'action a notamment permis l'ouverture, à Cherbourg-en-Cotentin, de la Haute École de formation soudage (HEFAIS - https://hefais.fr).

[2] https://observatoire-competences-industries.fr/ressources/edec-nucleaire/

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ELEMENTS A FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Question n° : 4

Intitulé de la question : Est-ce que l'EPR2 est le bon choix de réacteur ?

Point de vue et argumentation initiale fournie par : **EDF**

Rédaction (4000 caractères maxi) :

1ère partie : conséquences des évolutions de conception entre EPR et EPR2 sur le niveau de sûreté.

Le réacteur EPR2 est un réacteur nucléaire à eau pressurisée (REP) de 3ème génération, évolution de l'EPR. Il a pour ambition d'intégrer le retour d'expérience (REX) de conception, construction et mise en service des réacteurs EPR, ainsi que le retour d'expérience d'exploitation des réacteurs existants, en particulier celui du parc REP français (voir controverse Q3 associée).

Pour concrétiser cette ambition, plusieurs leviers sont mis en œuvre :

- un référentiel de sûreté réévalué, qui intègre notamment dès sa conception l'ensemble des leçons de l'accident de Fukushima Dai-ichi, et prend en compte les évolutions récentes de standards et réglementations nationaux et internationaux ;
- des options de conception et des processus d'ingénierie améliorés, notamment par une simplification de la conception des systèmes et bâtiments, permettant d'améliorer la constructibilité et de sécuriser les plannings de réalisation.

Les options de conception de l'EPR2 ont fait l'objet d'une instruction par l'Autorité de Sûreté Nucléaire et son appui technique l'IRSN. Un avis public a été rendu en 2019[1] et s'est accompagné en 2021 d'une prise de position de l'ASN sur deux autres sujets structurants : la mise en œuvre de la démarche d'exclusion de rupture sur les tuyauteries principales du circuit primaire et du circuit secondaire (partie vapeur)[2] et la prise en compte de la chute accidentelle d'un avion.

Le retour d'expérience de l'EPR Flamanville 3 a conduit à retenir une architecture en trois trains de sauvegarde pour EPR2 tout en maintenant le même objectif de disponibilité et de sûreté. L'EPR Flamanville 3 comporte quatre trains de sauvegarde, ce qui permet la maintenance préventive de l'un des trains ou de ses systèmes support lorsque le réacteur est en puissance. Le retour d'expérience a conduit à privilégier une maintenance des systèmes de sauvegarde lorsque le réacteur est à l'arrêt en raison de moindres contraintes imposées sur la maintenance, notamment les exigences liées à la requalification des systèmes.
La maintenance réacteur en fonctionnement est toutefois conservée sur les systèmes support de l'EPR2 (comme les groupes électrogènes de secours, la ventilation des bâtiments ou les systèmes de refroidissement) compte tenu de leur fonctionnement en continu. Enfin, les capacités unitaires des trains de sauvegarde de l'EPR2 ont été augmentées. Les performances totales disponibles (injection, refroidissement) de l'EPR2 sont supérieures à celles de l'EPR.

La conception de l'EPR2 retient le concept « d'enceinte renforcée » qui consiste, pour le bâtiment réacteur, en une enceinte de confinement à paroi unique épaisse précontrainte, dont l'ensemble de la surface interne est recouvert par un liner métallique assurant l'étanchéité de l'ouvrage. Cette enceinte renforcée du bâtiment réacteur EPR2 apporte le même niveau de protection pour les mêmes fonctions de sûreté que la double enceinte de l'EPR Flamanville 3, notamment la résistance à la chute d'avion et la fonction de confinement. Cette option de conception permet également de simplifier et de faciliter la construction.

[1] https://www.asn.fr/l-asn-reglemente/bulletin-officiel-de-l-asn/installations-nucleaires/avis/avis-n-2019-av-0329-de-l-asn-du-16-juillet-2019
[2] https://www.asn.fr/l-asn-informe/actualites/epr-2-demarche-d-exclusion-de-rupture-acceptable

L'EPR2 introduit également les évolutions de conception suivantes visant à améliorer le niveau de sûreté :

- L'indépendance des niveaux de défense en profondeur est renforcée, avec en particulier des systèmes spécialement conçus pour gérer les accidents avec une fusion du combustible,
- Les sources électriques disponibles ont fait l'objet de nombreuses évolutions : séparation des alimentations externes normales de l'îlot conventionnel et de l'îlot nucléaire, utilisation de sources internes multi-groupes (similaires à celles que l'on peut trouver dans un data-center ou au sein de la Force d'Action Rapide Nucléaire d'EDF) permettant une meilleure diversification par rapport aux diesels de secours principaux et ajout d'un diesel ultime dédié pour renforcer la défense en profondeur.
- La station de pompage de sûreté a été séparée de la station de pompage de production d'électricité, et complétée par une source froide diversifiée sur aéroréfrigérant à tirage forcé disposant d'une autonomie renforcée afin de permettre au site de résister sur ses propres moyens à des scénarios de type Fukushima.
- La gestion des incidents ou accidents en piscine combustible est renforcée, l'EPR2 dispose de 3 trains complets de refroidissement des piscines ainsi que d'un système ultime d'appoint alimenté par la source d'eau diversifiée.

2ème partie : le choix d'une puissance de 1 670 MWe et son insertion dans le réseau et le mix électrique

Le choix de la puissance de l'EPR2 à 1670MWe présente les intérêts suivants :

- La reconduction d'une puissance identique à celle des EPR Hinkley Point C (HPC) et Taïshan permet la reconduction des gros composants des îlots nucléaires (Cuve, Générateurs de Vapeurs,...) et conventionnel (Turbine).
- L'utilisation d'équipements issus des EPR permet d'utiliser tout le REX de forgeage et de fabrication, les usines déjà adaptées des fournisseurs, et la capacité de réalisation réacquise lors des chantiers des EPR. Cela permet de limiter le risque industriel du projet et de sécuriser la phase de réalisation.
- Les avantages intrinsèques à la réalisation d'unité de production de forte puissance : limitation d'utilisation du foncier, limitation de l'utilisation de ressources pour une même quantité d'énergie produite.

Le réacteur EPR2 est conçu pour s'adapter à un réseau électrique de type Européen avec une forte proportion d'énergies renouvelables dans le mix énergétique. Le cahier des charges technique des EPR2 prend donc en compte l'intermittence de la production ENR notamment traduite par deux grandes caractéristiques :

- La production photovoltaïque est maximale en milieu de journée
- La production éolienne peut être aléatoire sur de longue période

L'EPR2 permet des variations charge dans de multiples scénarios :

- Une capacité de suivi de charge quotidienne, comme celle historique du Parc en exploitation, qui permet d'ajuster la production aux fortes variations de consommation (importante en journée, faible la nuit, ce qui se traduit par une baisse de puissance la nuit et une reprise le matin)
- Une extension de capacité permettant en plus du suivi de charge quotidien de s'adapter aux journées de fort ensoleillement, et de moduler également en journée sa puissance pour permettre au solaire de produire
- Une capacité d'arrêt dit « 48h », ce qui permet de rester disponible pour une reprise de charge après une phase de plus faible consommation (typiquement, la consommation électrique baisse le week-end)

Comme le Parc actuel, l'EPR2 conserve également des capacités de téléréglage de la puissance pour permettre le contrôle de la fréquence du réseau électrique à la demande RTE, et assurer ainsi la stabilité du réseau.

Clarification des controverses techniques

Contribution de France Nature Environnement au 1er cycle d'argumentation

Question n°1 : Pourquoi lancer la construction de nouveaux réacteurs nucléaires ?

Cette première question supposée traitée dans les questions suivantes, les critères de sécurité indispensables mais ne justifiant pas par eux-mêmes le lancement d'un nouveau programme. Elle regroupe les interrogations sur les critères justifiant le programme présenté dans le dossier de saisine, hormis les arguments économiques, à savoir :

- L'atteinte de la neutralité carbone de la France, aux échéances fixées,
- L'indépendance énergétique
- Le fonctionnement en suivi de charge des réacteurs avec des ENR intermittentes

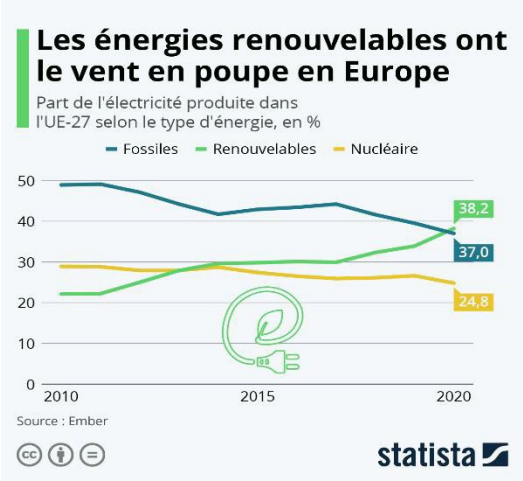
France Nature Environnement ne partage pas « *Les raisons d'être d'un programme de nouveaux réacteurs nucléaires* » présentées par le Maitre d'ouvrage dans la synthèse du dossier de saisine publiée par la Commission nationale du Débat public le 20 avril 2022. La relance de la filière nucléaire ne nous apparaît pas comme un moyen adapté, proportionné et efficient pour garantir l'emploi, participer à la réindustrialisation de la France, préserver la souveraineté énergétique et garantir une maîtrise des coûts.

Le choix de mettre en œuvre un programme de construction de nouveaux réacteurs nucléaires nous apparaît comme anachronique, risqué, dispendieux et précaire pour atteindre des objectifs tant économiques que sociaux, c'est-à-dire la nécessité de garantir au plus grand nombre un accès à une énergie sûre, disponible et propre au moindre coût.

FNE constate que ce projet est trop tardif et trop cher pour répondre aux enjeux du changement climatique

En effet, le spectacle qu'offre à tous les tentatives successives de relance de la filière nucléaire depuis le début du siècle justifie d'envisager d'autres solutions qui ne sont pas seulement techniques pour proposer une énergie décarbonée comme le suggère l'Ademe ou RTE :

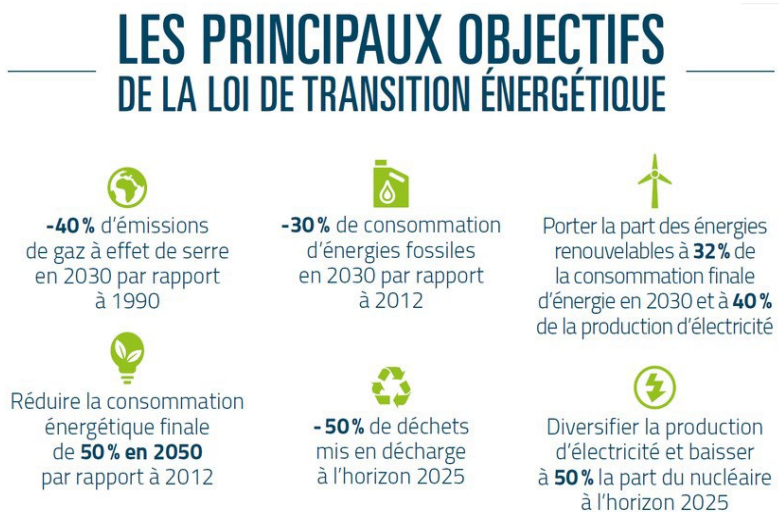
1. La filière nucléaire ne maitrise ni ses couts, ni les délais de ses opérations et autres projets et encore moins ses installations au vu de la très médiocre disponibilité du parc nucléaire en France et ailleurs ;
2. La filière nucléaire depuis les chantiers des réacteurs N4, à la fin du siècle dernier, est exposée à une perte de compétences et de savoir-faire préjudiciable à la robustesse, à la sûreté et à la disponibilité de ses installations,
3. La filière nucléaire ne maitrise guère ni l'amont ni l'aval de la production d'électricité au vu des difficultés de mettre en œuvre une gestion soutenable des matières et déchets radioactifs accumulées depuis plus de soixante ans comme l'a donné à voir le précédent débat public sur le PNGMDR,
4. La filière nucléaire ne maitrise pas non plus ses impacts, ses prélèvements et ses rejets à une époque où un grand nombre d'industries donnent à voir un souci réel pour la protection de l'environnement et de la santé publique,
5. Enfin, il convient de reconnaître que d'autres technologies sont aujourd'hui disponibles pour concevoir un nouveau mixe énergétique résilient dans un contexte global de crise environnementale.



Alors que la plupart des pays de l'Union européenne font le choix d'une transition énergétique active au moyen d'un développement soutenu des énergies renouvelables et d'efforts réels pour la maitrise de la demande d'énergie, la France emprunterait une voie pour le moins fragile en exhumant un projet nucléaire qui n'a fait l'objet d'un quelconque consensus.

La nécessaire indépendance énergétique à laquelle chacun aspire dans un contexte de déplétion des ressources de stock, d'instabilité des marchés et de tensions géopolitiques, invite d'envisager d'autres solutions que la relance de la filière nucléaire.

Peu importe que « *le réacteur EPR2 est un réacteur EPR qui a été optimisé* », la technologie nucléaire reste une solution d'hier qui se distingue par les risques immenses auxquels elle expose chacun, par un modèle de production centralisé, rigide et coûteux et surtout par le très grand nombre de contraintes sociales, environnementales et policières qu'elle génère.



France Nature environnement considère en conséquence que le programme de nouveaux réacteurs nucléaires proposé par le maitre d'ouvrage n'est ni opportun ni nécessaire pour atteindre les objectifs définis par la Loi de transition énergétique votée à l'issue du Débat national sur la transition énergétique.

Le nucléaire n'est ni une énergie renouvelable ni un moyen pour mettre en œuvre un nouveau système énergétique décarboné.

Le caractère impérieux du changement climatique, de la crise de la biodiversité et des tensions économiques dans le monde, nous invite à envisager d'autres solutions moins onéreuses, moins risquées et surtout plus rapidement disponible.

En effet le programme proposé par le maitre d'ouvrage quel que soit son coût effectif _ qui reste encore à évaluer_ est une solution qui ne respecte d'aucune manière les objectifs de sobriété et d'efficacité qui s'imposent pour opérer une transformation profonde de la production et de la consommation d'énergie dont chacun reconnaît la nécessité.

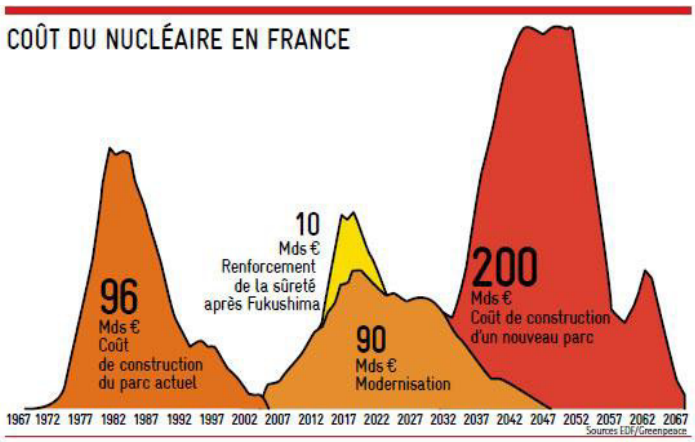
France Nature environnement somme toute s'interroge sur l'opportunité de relancer la filière nucléaire ne reconnaissant ni les modalités ni les objectifs présentés par le maitre d'ouvrage. Nous redoutons que la France fasse fausse route une fois encore au péril des adaptations nécessaires et urgentes de notre modèle énergétique et du droit de tou(te)s de disposer d'une électricité sûre et propre au moindre coût.

Question n° 2 : Pourquoi lancer la construction de nouvelles centrales nucléaires sous la forme d'un programme de réacteurs identiques (3 paires dans le programme présenté) ?

Le jeudi 10 février 2022, à Belfort, le Président de la République a annoncé la construction sur le territoire de six EPR2 et le lancement d'études de mises en chantier pour huit EPR2 additionnels. La mise en service du premier réacteur est prévue pour 2035, a-t-il annoncé. Il devrait être construit sur la centrale existante de Penly, en Seine-Maritime, selon EDF.

Nous sommes en présence d'une volonté politique bien plus que d'une proposition d'un opérateur énergétique. Au prétexte de « *reprendre le contrôle de notre destin énergétique* », le pouvoir exécutif a appelé de ses vœux une « *renaissance* » du nucléaire français, vantant la « *souveraineté* nationale » et louant les mérites de la « *planification* » pour « *atteindre nos objectifs, en particulier la neutralité carbone en 2050* »…

Il semblerait donc que l'opportunité industrielle détermine bien plus que la nécessité énergétique cette décision de relance de la filière qui est loin de se limiter à la seule construction de quelques EPR. Ont en effet été aussi annoncés à Belfort : la prolongation des réacteurs en exploitation, la suspension de toute mise à l'arrêt définitif, le développement de réacteurs SMR et le financement de la recherche sur d'autres types de réacteurs…



L'Etat reviendrait donc sur le chemin ouvert à l'aube des années 1970 par la commission PEON sans prendre en compte un quelconque retour d'expérience au mépris de la plus élémentaire rationalité énergétique et économique…

Non seulement ce programme, à la suite du précédent mis en œuvre à la fin du XXe siècle, est très onéreux mais pas plus que le précédent il ne garantit conformité, robustesse et maitrise des couts.

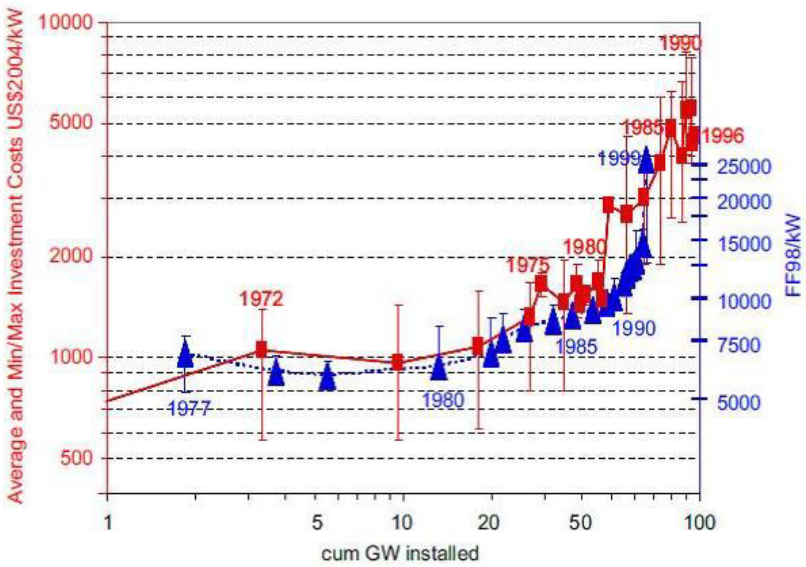
Tout au plus, nous est proposé un pari fort peu précis qui s'inscrit dans la stricte continuité des propositions formulées par Dominique Minière lors de l'élaboration de la nouvelle Programmation pluriannuelle de l'énergie en 2018. La construction en série par paire d'EPR comme cela a été fait à Taishan et aujourd'hui tenté à Hinkley Point serait, à en croire ses promoteurs, plus facile, plus sûre et moins chère que celle de têtes de série comme à Olkiluoto ou Flamanville…

Tout cela est peut-être vrai mais il conviendrait tout de même de vérifier alors que les réacteurs de Taïshan connaissent des problèmes structurels que l'on retrouve sur le reste du parc nucléaire français, et que le chantier d'Hinkley Point c patine tout autant que les précédents accumulant déjà retards et surcoûts. Les vertus de la construction en série restent encore à démontrer !

Mais là n'est pas l'incertitude principale que présente le programme qui nous est proposé. De telles modalités de construction ne garantissent aucunement que les opérations et surtout la fabrication des composants soient mieux maitrisées que par le passé.

En effet, la filière nucléaire reste marquée par la crise ouverte par la découverte de malfaçons et surtout de falsifications au Creusot et ailleurs. Le mythe de l'excellence industrielle française s'est brisé. Non seulement les fabrications mais la conception et l'assemblage des équipements, en particulier sous pression, ont donné à voir faiblesses et fragilités qui amènent à douter que les entreprises françaises puissent satisfaire aux exigences définies par les nouveaux référentiels de sûreté et de qualité en vigueur depuis la catastrophe de Fukushima. Les principaux éléments de la cuve de l'EPR de Flamanville n'ont-ils pas été forgés au Japon au vu des doutes anciens sur les compétences et le sérieux des forges de Bourgogne ?

La crise des corrosions sous contrainte qui se traduit par la défaillance de plus de la moitié du parc nucléaire en exploitation confirme malheureusement ce triste constat. La mise en œuvre d'un programme de construction de nouveaux réacteurs nucléaires ne nécessite pas seulement un effort de formation, elle implique de retrouver une culture industrielle et technique qui s'est affaibli au fil des années pour des raisons comptables mais aussi organisationnelles et humaines. Proposer la construction d'un programme avant que toutes ces incertitudes et autres défaillances n'aient été traitées est pour le moins aventureux…



Et combien même. Le maitre d'ouvrage croit-il sérieusement que ce programme-ci permettrait de lever cette fatalité identifiée par Arnulf Grübler qui pèse sur la filière nucléaire en France et ailleurs. En effet, l'ensemble des sources publiques disponible attestent que la technologie nucléaire est victime d'une sorte de « *folie des grand*eurs » qui se traduit concrètement par un apprentissage négatif…. C'est-à-dire que le réacteur suivant coûte toujours plus cher que le précédent...

Quel est donc l'intérêt dès lors d'engager un programme de 6 à 14 réacteurs alors que chacun saît que le budget prévisionnel ne sera pas tenu, que les délais respectés ne le seront pas plus et que, de surcroît, chaque réacteur ne correspondra pas pleinement au modèle envisagé initialement ?

Seuls des impératifs industriels peuvent justifier un tel choix alors que l'urgence invite à envisager des solutions immédiates au moindre coût pour garantir la sécurité des approvisionnements en électricité requise par la loi.

Nous considérons en conséquence que « lancer la construction de nouvelles centrales nucléaires sous la forme d'un programme de réacteurs identiques » est un pari pour le moins précaire qui ignore la gravité de la crise énergétique qui touche aujourd'hui l'Europe. Non seulement la solution proposée est trop chère, trop incertaine et trop tardive, mais elle peut créer un effet d'éviction préjudiciable à la mise en œuvre d'un véritable programme d'économie d'énergie et de développement d'énergies alternatives qui valorisent les ressources locales au cœur des territoires.

Si la France a besoin d'un programme et plus encore d'une stratégie énergétique, elle ne peut reposer sur la technologie nucléaire !

Question n° 3 : Le programme de réacteurs EPR2 prend-il en compte le retour d'expérience de la construction des EPR et de l'exploitation des réacteurs de deuxième génération ?

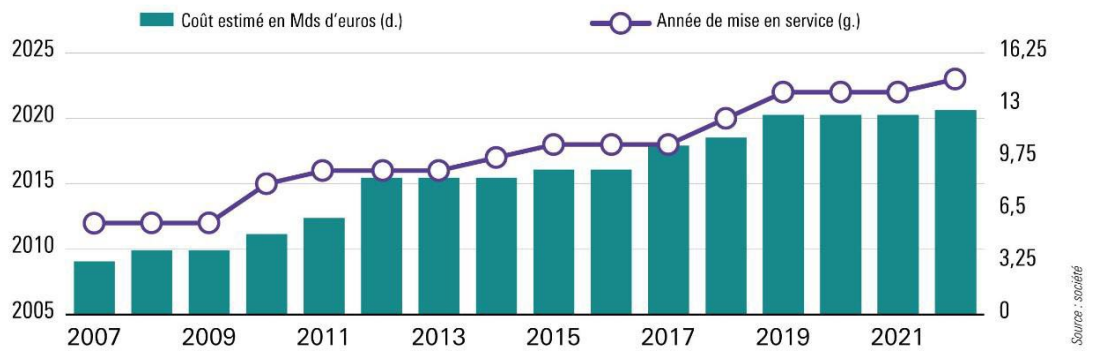
Cette question englobe :

- le retour d'expérience technique et « projet » associé à la construction des EPR en France et dans le monde,
- la prise en compte des problèmes techniques rencontrés sur le parc des réacteurs de deuxième génération,
- la capacité industrielle disponible pour réaliser le programme en lien avec la question 2, dans le respect des critères de qualité, délais et coûts annoncés.

Force est de reconnaître que l'EPR est au secteur de l'énergie ce que le minitel fut à celui de l'informatique : un échec retentissant donnant à voir cette capacité étonnante de notre pays à persévérer dans l'erreur. Un signe ne trompe, l'entreprise qui a développé au siècle dernier l'EPR, Siemens, acteur pour le moins sérieux du secteur de l'énergie, a renoncé au nucléaire il y a plus de dix ans. Seuls les avatars successifs de la société franco-américaine de construction atomique restent persuadés de l'opportunité voire de la faisabilité d'un réacteur de grande puissance dans une pays où d'aucuns peinent à recruter des soudeurs.

Or le développement à la sauce française des chaudières Westinghouse équipant les sous-marins nucléaires américains dans les années 1950 n'a jamais donné à voir une quelconque excellence si ce n'est dans L'Empire du Milieu loin des regards de l'opinion publique mondiale. Les chantiers EPR de Finlande, de France et du Royaume-Uni ne sont qu'une longue suite d'aléas qui alimentent une défiance croissante vis-à-vis de la technologie nucléaire.

10 ans de retard et un coût quadruplé pour l'EPR de Flamanville



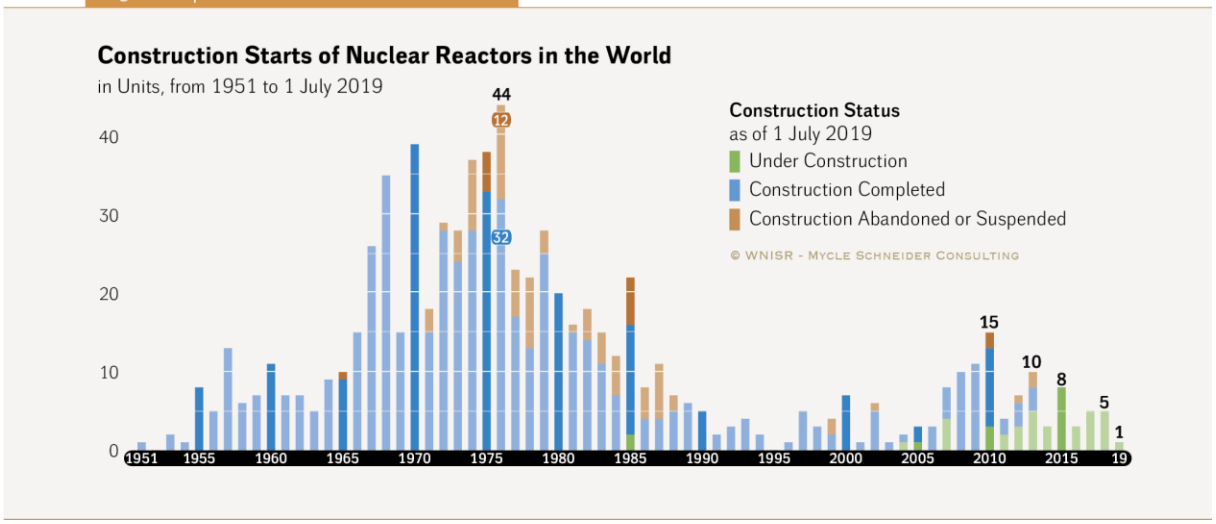
Il serait fort long de reprendre en détail la chronologie des erreurs, défaillances et autres écarts constatés sur l'ensemble des chantiers EPR. Le rapport de Jean-Martin Folz remis à Bruno Lemaire en octobre 2019 ainsi que celui établi par la Cour des Comptes en juillet 2020 ainsi que de nombreux travaux proposés par des experts non-institutionnels permettent à chacun de prendre la mesure de l'échec industriel.

Si l'estimation initiale n'était pas réaliste, l'ampleur et la complexité du réacteur n'expliquent pas à elles-seules les mille et une vicissitudes d'un projet mal conçu, peu préparé et mis en œuvre d'une manière pour le moins surprenante.

La filière nucléaire se trouve en effet confrontée à deux limites qui expliquent l'incapacité durable depuis 3 décennies à faire fonctionner un réacteur de 1 600 MWe alors que ceux de 1 450 MWe ne se distinguent guère par leur robustesse et leur fiabilité. Comme pour le 2e principe de la thermodynamique qui permet de comprendre pourquoi les deux tiers de la puissance générée par une chaudière nucléaire partent en vapeur, le principe des rendements décroissants permet de comprendre que le rapport entre l'augmentation de puissance d'un réacteur et sa production effective est négatif. Pour le dire autrement, plus un réacteur est gros moins il produit comme on peut le voir à Flamanville où quinze ans après le début des travaux pas un KWh n'est sorti du site. Cette situation s'explique par un autre principe ou plutôt une autre réalité, celle du plafond de verre technologique auquel la filière nucléaire se heurte. Les difficultés rencontrées pour forger des pièces conformes aux attentes les prouve. La réalisation de certaines opérations conçues par quelques ingénieurs est si complexe qu'elle en est devenue quasi impossible dans des conditions économiquement acceptables.

Ce n'est donc pas le seul retour d'expérience de la 3e génération de réacteurs nucléaires qui doit être pris en compte mais celui de la 1ere et de la 2e génération. Les incertitudes qui englobent aujourd'hui le programme proposé par le maitre d'ouvrage sont la résultante de l'histoire et du devenir de la filière nucléaire depuis 60 ans. Son adaptation à un marché de l'énergie de plus en plus concurrentiel est de plus en plus difficile à mesure que les exigences de sûreté imposées après des accidents sérieux compliquent un peu plus encore la tache des constructeurs et des exploitants. Ainsi le nucléaire est-il devenu au fil des années une solution de moins en moins privilégiée à mesure que les contraintes qui y sont inhérentes augmentent.

Figure 11 | Construction Starts in the World



Pour conclure, il nous apparaît que le programme de nouveaux réacteurs EPR2 ne prend en compte ni le retour d'expérience global de la filière nucléaire ni celui de la filière EPR. A l'inverse il semblerait que les modifications apportées au modèle initiale aient été faites aux dépends de la robustesse de l'installation et de la sûreté nucléaire à en croire les avis de l'Autorité de contrôle et de l'Institut de radioprotection sur le dossier d'option de sûreté présenté par le maitre d'ouvrage en 2019. Dans un contexte général de changement climatique et de multiplication des aléas météorologiques, il nous apparaît que ces assouplissements mus par le seul souci comptable ne soient pas favorables à la protection des installations, des travailleurs, des populations riveraines et de l'environnement.

Question n° 4 : Est-ce que l'EPR2 est le bon choix de réacteur ?

Cette question englobe :
- les conséquences des évolutions de conception entre EPR et EPR2 sur le niveau de sûreté,
- le choix d'une puissance de 1 670 MWe et son insertion dans le réseau et le mix électrique,
- les solutions alternatives.

Au vu des éléments apportés en réponse aux questions précédentes et des informations dont nous disposons sur les nouveaux EPR proposés par EDF et ses partenaires, nous considérons qu'il n'y a pas de bon choix de réacteur nucléaire.

France Nature environnement considère que l'impératif de transition énergétique implique non pas un programme de relance de l'industrie nucléaire mais une planification écologique de sortie du nucléaire de manière à dégagée des moyens tant humains que financiers pour construire un nouveau modèle énergétique au moindre coût dans le respect des agents, des consommateurs et de l'environnement.

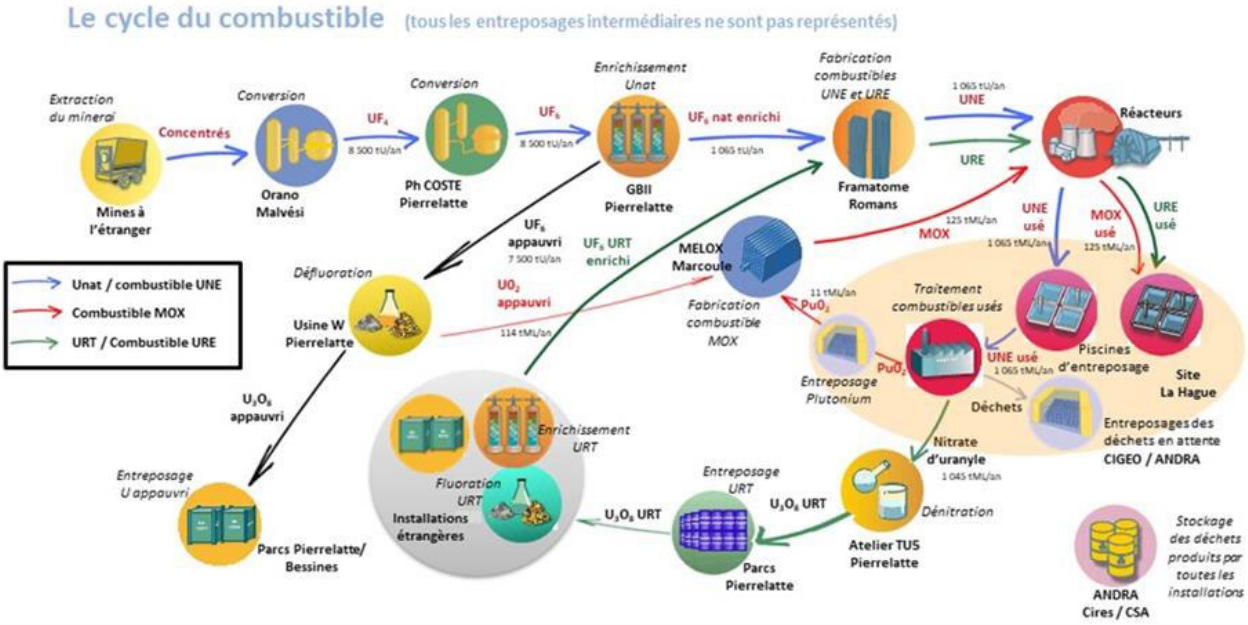
Ainsi recommandons-nous de ne pas postuler a priori la nécessité de la construction de nouveaux réacteurs nucléaires mais de partir des besoins et des usages pour envisager collectivement les meilleurs moyens de garantir au plus grand nombre le service énergétique que chacun est en droit d'attendre. C'est seulement à partir du moment où un large accord sur les objectifs à atteindre apparaîtra que l'on pourra envisager différentes options techniques.

Question n° 5 : Quel est l'impact du programme de nouveaux réacteurs sur le cycle du combustible et la gestion des déchets ?

Cette question englobe, au regard des besoins en investissements et en exploitation :
- l'approvisionnement en uranium naturel,
- le recyclage de l'uranium et du plutonium produits par le retraitement des combustibles EPR2 usés (option du DMO = mono recyclage),
- l'entreposage des combustibles usés en attente de retraitement ou de stockage,
- la production de déchets radioactifs, en particulier des déchets de haute activité à vie longue et leur stockage.

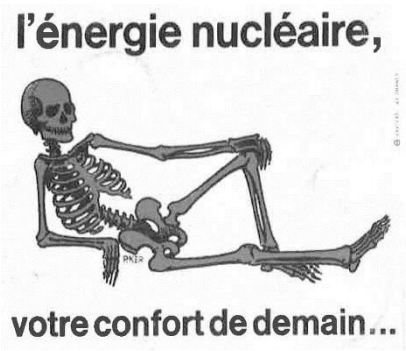
Au regard des acquis du Débat public sur le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs, de la situation de l'aval du « cycle » nucléaire et du volume des matières, substances et déchets accumulés depuis près d'un siècle, France Nature environnement qu'il est impératif d'arrêter la production de déchets atomiques.

En conséquence nous réaffirmons notre opposition à un programme de relance de la production électronucléaire que ce soit au travers de la construction de nouveaux réacteurs ou de la prolongation des plus anciens. Non seulement la France n'aura plus à se soucier d'approvisionnements en uranium dit naturel pour le moins impactant, mais elle pourra mettre un terme à l'utopie du recyclage des combustibles usés qui n'a pas empêché une accumulation onéreuse et contraignante de substances sans aucun usage.



Dans la continuité des contributions proposées à l'occasion de la démarche de controverse en amont du Débat public sur le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs, France Nature environnement tient par ailleurs à rappeler son opposition résolue à la pérennisation de la filière Mox et au recours envisagé par l'exploitant nucléaire à des combustibles de type URE pour alimenter des réacteurs de différents paliers. Il ne saurait être question en particulier de charger les EPR2 avec du Mox alors que cette solution a été écartée à Flamanville, d'admettre le recours à l'URE et encore moins de procéder à un « multirecyclage » de combustible dans les chargements de ces réacteurs nouveaux.

Plutôt de poursuivre une fuite en avant alors qu'aucune solution de gestion à long terme des combustibles usés et des produits issus de leur traitement n'est disponible, France Nature Environnement considère comme nécessaire de prioriser une gestion robuste et sûre des matières déjà accumulées avant d'envisager la production de nouveaux déchets atomiques.

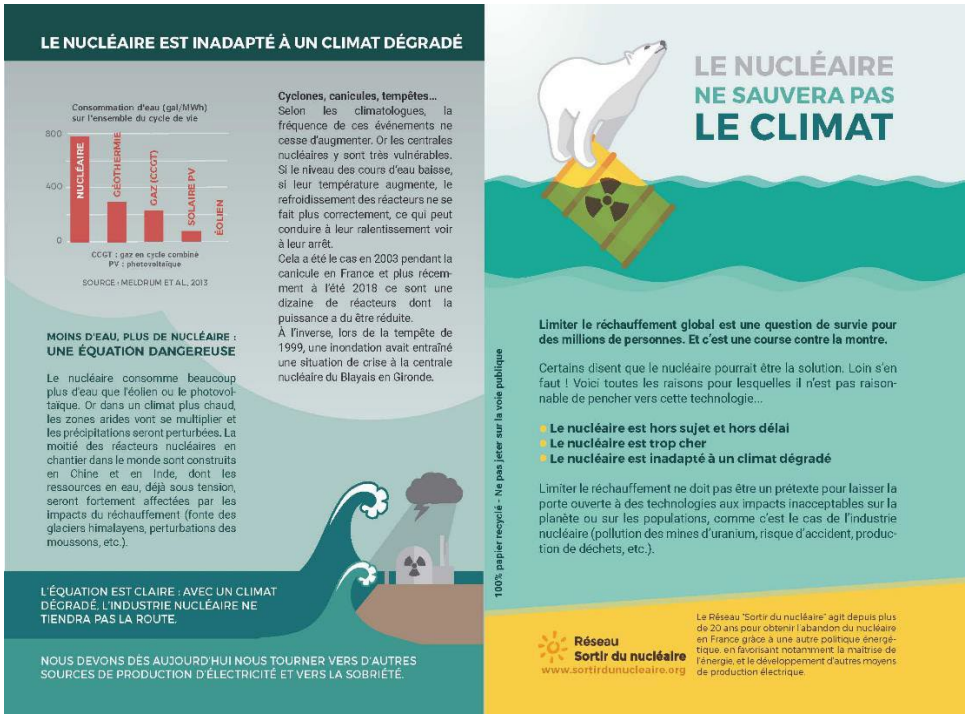


Nous considérons l'urgence d'envisager des solutions énergétiques qui ne laissent pas aux générations futures un héritage empoisonné « into eternity » dans un contexte de forte mobilisation tant dans le Nord Cotentin contre le projet de création d'une nouvelle piscine d'entreposage centralisé que contre contre le projet Cigéo aux confins de la Meuse et de la Haute-Marne.

Nous ne savons déjà que faire des matières inscrites à l'inventaire de l'Andra, rien ne justifie de charger un peu plus une barque à la dérive depuis déjà longtemps…

Question n° 6 : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux effets du changement climatique est-elle suffisamment réduite ?

Les stress test requis par la commission européenne comme les évaluations complémentaires de sûreté demandées par François Fillon face au spectacle de la catastrophe nucléaire de Fukushima en 2011 ont donné à voir l'extraordinaire fragilité du parc nucléaire français face aux aléas climatiques et à des défaillances internes. Depuis l'exploitant nucléaire a mis en œuvre un programme de rattrapage sous le contrôle attentif de l'Autorité de sûreté sans que l'on puisse considérer à ce jour que la résilience et les capacités d'adaptation du parc nucléaire aient été nettement accrues. L'été qui vient de s'écouler le rappelle amèrement.



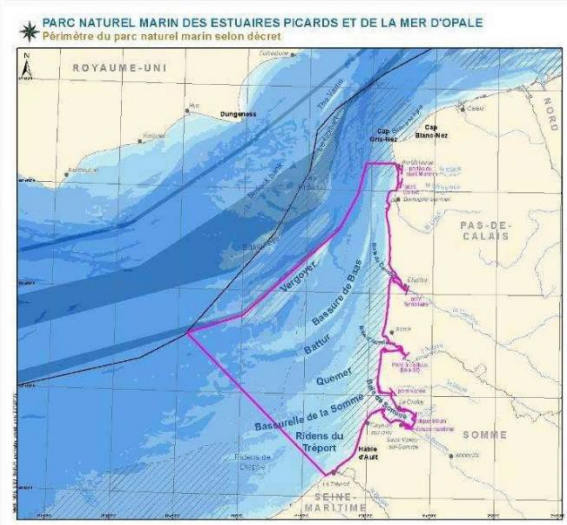
Comme le rappelle cette infographie publiée par le Réseau Sortir du nucléaire ainsi que des publications du Réseau Action Climat, le nucléaire n'est pas une solution technique en capacité de faire face et de s'adapter aux effets du changement climatique.

La nécessaire garantie des approvisionnements en électricité comme en eau s'accorde mal avec la multiplication des aléas météorologiques et l'évolution des milieux.

Ainsi considérons nous que l'EPR2 tout autant que n'importe quel autre modèle de réacteur nucléaire devra être en capacité de faire face à de tels aléas et surtout donné à voir une diminution de ses impacts sur un environnement exposé à une dégradation du climat.

Or il semblerait au vu de la puissance du dit modèle de réacteur que cela soit un vœu pieux. Non seulement les besoins en eau nécessaire à la production d'électricité sont considérables mais l'ampleur des rejets des installations surtout en suivi de charge ne nous semblent pas conformes aux objectifs d'adaptation et de protection de la biodiversité annoncés par l'Etat.

Le choix de Penly ne nous apparaît pas en conséquence opportun au vu de la péjoration du littoral auquel EDF a nettement contribué depuis le chantier de la centrale de Paluel, de l'évolution du trait de côte et surtout de la configuration du site. Penly a en effet été construite sur un polder s'avançant sur la mer aux pieds des falaises sujet aujourd'hui à un ensablement du chenal conséquence de l'anthropisation du littoral seinomarin et à des submersions de plus en plus fréquentes. Les marges sont en effet ici pour le moins modestes face à une élévation tendancielle du niveau de le mer et l'impact des tempêtes fréquentes en Manche Est… au point que l'on puisse s'interroger sur la pérennité de ce site à l'échelle de la durée d'exploitation des EPR2 envisagée par le maitre d'ouvrage.



A moins bien évidemment qu'EDF veuille tester la possibilité de produire de l'électricité nucléaire sur une île exposée à un ensablement constant et aux tempêtes, il ne sous semble pas prudent d'envisager l'aménagement des deux socles laissé vacant dans les années 1980. Une solution plus soutenable consisterait à mettre à l'arrêt les deux réacteurs en exploitation et à opérer leur démantèlement au plus tôt à quelques encablures du parc naturel marin de la Mer d'opale.

Ainsi l'exploitant et l'Etat ferait valoir leur souci pour les milieux et la biodiversité en réduisant des impacts non nuls comme le donnent à voir les inventaires réalisés par la Maison de la Mer de Dieppe.

Mais la mer n'apporte pas que de l'eau et du sable. Dans le contexte de changement climatique et de modification des circulations atmosphériques, le littoral de la Manche Est est exposé de plus en plus souvent à des vents puissants de longues heures durant non sans conséquences sur le réseau de transport d'électricité. Or ce dernier est vital pour un réacteur nucléaire même à l'arrêt fut-il de dernière génération. Quelles mesures sont envisagées pour faire face à une perte d'alimentation électrique externe alors que chacun peut observer la robustesse et de l'efficience des diésels de secours installés par EDF ?

Somme toute nous considérons comme particulièrement incertain de prévoir la construction des réacteurs nucléaires ici dans un environnement en rapide évolution qui expose l'exploitation à un ensemble d'aléas qui peuvent s'avérer fatale tant pour la disponibilité que pour la sûreté des installations.

Or différentes solutions techniques existent pour exploiter l'évolution du climat dans le respect des milieux. Certaines sont déjà à l'œuvre. Il s'agit des parcs éoliens en mer conçus à l'issue d'une longue concertation avec les usagers de la mer et les autres acteurs du territoire. D'autres sont en devenir : les énergies de la mer qui peuvent capter la puissance des flots sans exposer population et environnement à des risques majeurs. D'autres encore sont terrestres et suffisamment maitrisées aujourd'hui pour être mise en œuvre à une large échelle. Toutes se distinguent par une résilience bien plus forte face au changement climatique et la possibilité d'être mise en œuvre bien plus rapidement que des réacteurs nucléaires à l'occasion programme couvrant plusieurs décennies.

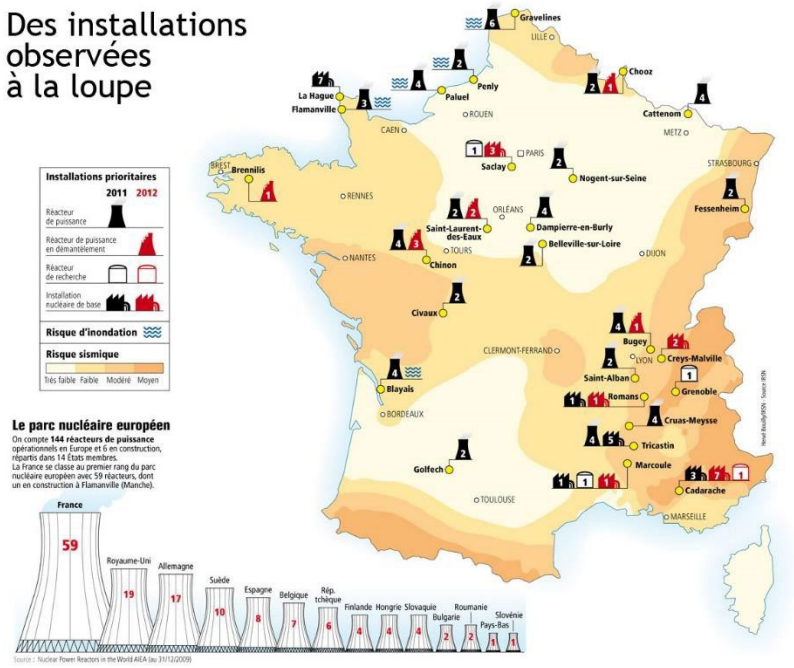
Somme toute, France Nature environnement considère que la mise en œuvre de réacteurs nucléaires au milieu du XXIe siècle est un choix pour le moins fragile face aux effets déjà constaté du changement climatique et à son accélération fort probable. Comme le donne à voir les contrôles réalisés par les Autorités de sûreté dans les pays nucléarisés démocratiques, rien ni quiconque ne peut garantir à ce jour la capacité des installations nucléaires à faire face à des aléas climatiques puissants soudains ou durables. Aucune solution technique suffisamment robuste n'existe.

La seule solution pour se prémunir du risque nucléaire n'est donc pas de recourir à une énième génération parée de toutes les vertus mais bien de prendre les décisions qui s'imposent à l'issue de 6 longues décennies d'exploitation intensive de la puissance de l'atome. Il convient de faire les choix qui s'imposent pour ne pas ajouter à la crise climatique que les conséquences d'un accident radiologique majeur et la contrainte de la gestion de substances dangereuses pour l'éternité.

Question n° 7 : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux risques sociétaux (attentats, malveillance) ou géopolitiques (guerres) est-elle suffisamment réduite ?

Remarque : Le risque sismique, au même titre que les risques d'origine naturelle ou humaine autres que ceux mentionnés aux questions 6 et 7, n'a finalement pas été intégré dans les questions : en effet les réacteurs sont dimensionnés pour résister à un séisme majoré de sécurité adapté au site d'implantation et être robuste pour un séisme extrême défini dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté (stress tests).
La façon de déterminer les séismes et de concevoir l'installation sont définis dans des guides de l'ASN. La controverse pourrait porter sur le niveau de ces aléas. Ceci est examiné en détail lors de l'instruction technique des dossiers par l'autorité de sûreté nucléaire, avec l'appui de spécialistes en sismologie, en génie civil et en mécanique.
La démarche est la même pour les autres risques externes, qu'ils soient d'origine naturelle ou humaine. La discussion est individualisée pour chaque site d'implantation. Bien qu'essentielles, ces questions ne sont pas intégrables aisément dans les délais de notre débat public qui concerne l'opportunité d'un programme nucléaire, notamment par la diversité des experts et des situations locales qui seraient concernés.

France Nature environnement s'interroge sur cette remarque qui accompagne la question posée par la Commission particulière du débat public. Le risque sismique est un enjeu réel et sérieux qui met en question la robustesse des installations à Penly et ailleurs. Suffit de consulter le site de l'Autorité de contrôle pour constater l'ampleur des écarts, irrégularités constatées qui demeurent sur les sites nucléaires à l'issue des inspections et autres échanges techniques avec les exploitants. Les stress test mis en œuvre en 2011 par l'ENSREG sous le regard attentif du commissaire européen, Günther Oettinger, le donnaient à voir sans que d'aucuns aient à ce jour la certitude que l'ensemble des problèmes identifiés alors aient été résolus depuis.

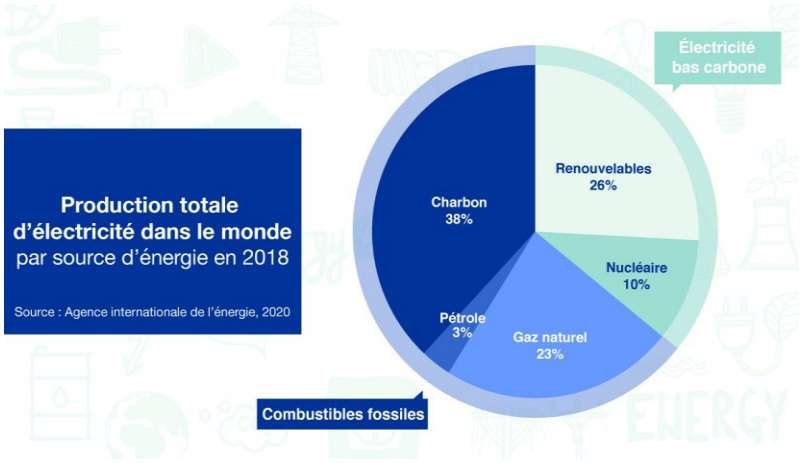


Le séisme du Theil survenu le 11 novembre 2019 a prouvé la nécessité d'une actualisation de la réflexion sur l'ampleur des événements et la capacité des installations nucléaires à y faire face. Tant l'IRSN que le CNRS ainsi que de nombreux experts non-institutionnels n'ont pas ménagé leurs efforts pour comprendre ce qui s'est passé, envisager dans sa globalité ce risque et proposer des solutions pour y faire face.

Il nous apparaît dès lors comme inopportun d'écarter du débat public sur la création de nouvelles INB la poursuite de ce questionnement et des travaux qu'il induit.

Ainsi donc, les réacteurs nucléaires sont des installations vulnérables exposées à des risques naturels qui peuvent impacter leur disponibilité, comme nous l'avons encore constaté cet été, et surtout leur sûreté en atteste les travaux mis en œuvre par EDF au Tricastin sur injonction de l'Autorité de contrôle en 2019.

Nous en déduisons que dans un contexte global de crise écologique, il est pour le moins hasardeux d'initier une relance du programme nucléaire. Trop d'incertitudes pèsent sur la capacité de l'exploitant de garantir une production électronucléaire en particulier flexible au vu de la multiplication des aléas météorologiques en particulier sur le littoral normand et ailleurs. Le caractère massif des installations nucléaires pourrait aboutir à l'inverse de l'objectif visé, à savoir une défaillance majeure qui impacte l'ensemble du réseau pouvant entrainer un blackout tant redouté, alors qu'un ensemble de moyens de production décentralisés peut s'avérer plus résilient.



Ainsi il apparaît que quels que soient les efforts de la filière nucléaire, cette énergie reste marginale à l'échelle internationale, représentant tout au plus 10% du mixe électrique et moins de 5% du mixe énergétique à en croire les chiffres clefs de l'énergie publiés par le Ministère de la transition écologique. Données irréfutables qui peuvent amener à considérer que pour le plus grand nombre le nucléaire n'est ni une opportunité ni une solution…

En effet trop de risques et de vulnérabilités sont inhérents à cette technologie. Le premier d'entre eux est humain au regard de l'incidence des erreurs humaines sur la conduite, l'exploitation et la maintenance des installations. Le second est sociétal pour reprendre les mots de la commission particulière du débat public alors que la situation à la centrale de Zaporijia est « intenable » à en croire l'AIEA. Cela pourrait même être pire en France au vu des efforts des exploitants pour bunkeriser les différentes piscines d'entreposage dans les CNPE comme à La Hague. Cela pourrait même être catastrophique avec l'EPR2 _ pour ce que nous en savons _ au vu de la conception des bâtiments réacteurs proposée par le maitre d'ouvrage. Si toutes les installations nucléaires sont fragiles, des EPR2 pourraient représenter des cibles de choix pour des agresseurs potentiels alors que chacun est en droit d'attendre un surcroit de sécurité comme l'a donné à voir la commission d'enquête parlementaire conduite par Barbara Pompili en 2018.

Nous ne pouvons donc que nous interroger sur la volonté de de mettre en œuvre de nouvelles installations dans un contexte internationale de plus en plus troublé alors que la portée, la léthalité et la furtivité de biens des armements ne cessent de s'accroitre. A quoi cela sert-il donc de construire de nouvelles cibles prioritaires sur un territoire de taille dérisoire à l'échelle de la planète comme la France alors que le fameux Plan nation de réponse présenté en 2014 par le SGDSN amène à douter de notre capacité collective à faire face à un accident nucléaire majeur ?

Jamais la construction de réacteurs nucléaires n'a été aussi problématique qu'aujourd'hui à une époque où aucune puissance n'a la capacité de garantir la paix dans le monde et que le rêve de sécurité collective s'est affaibli au fil des ans. Osons protéger notre pays dans ce monde incertain et renonçons à un risque dont le coup pour la collectivité est infini comme le rappelle l'IRSN.

Global Chance – Question 4

Est-ce que l'EPR2 est le bon choix de réacteur ?

*

EPR signifie « *Evolutionary Power Reactor* » (Réacteur de puissance évolutionnaire) : EPR2, comme les EPR actuellement démarrés ou en construction et tous les 56 réacteurs en fonctionnement du parc d'EDF, est de la filière des réacteurs à uranium enrichi (REP ou PWR), construits par Framatome. En poursuivant dans cette filière et du même modèle, EDF se placerait dans une situation, signalée et redoutée par l'ASN depuis son origine [1] : l'occurrence d'une situation incidentelle ou accidentelle, la « **panne de mode commun** », touchant l'ensemble du parc, voire son arrêt d'urgence. Cette faiblesse est illustrée aujourd'hui par la détection de fissures dues à une « corrosion sous contrainte » qui paralyse une partie du parc nucléaire d'EDF.

Les réacteurs en fonctionnement et les réacteurs futurs de la même filière, dont l'EPR, ne sont pas conçus pour parer l'accident grave. L'IRSN écrit[2] : « *La recherche concerne les réacteurs en fonctionnement et les réacteurs futurs. Les phénomènes de base sont les mêmes pour les réacteurs à eau sous pression actuels ou en projet. Toutefois, dans le cas des centrales existantes, les accidents graves n'ont pas été considérés lors de leur conception. Les modifications envisageables de l'installation sont donc restreintes et les recherches menées dans ce cadre ont essentiellement pour objectif de trouver des moyens de limiter les conséquences d'un éventuel accident grave* ». L'accident le plus « classique » est la perte du refroidissement du réacteur (« LOCA, *Loss of coolant accident* » en anglais), illustré par l'accident grave de Three Mile Island en 1979 et l'accident majeur de Fukushima en 2011.
La conception d'EPR2 hérite directement de celle de l'EPR. Or, celui de Flamanville n'a pas encore démarré et on ne peut ignorer les problèmes qu'il rencontre encore, comme c'est le cas des EPR d'Olkiluoto et de Taïshan.

Extraits de l'avis de l'IRSN n° 00154 du 21 juillet 2022 concernant l'EPR de Flamanville :
Anomalie de conception : *« A cet égard, l'IRSN estime que la conception thermohydraulique du cœur d'un réacteur devrait également spécifier des requis sur les fluctuations de débit en entrée du cœur. En tout état de cause, l'IRSN estime que la présence indésirable et non anticipée de FFN est la conséquence d'une anomalie de conception du plenum inférieur des cuves des réacteurs de type EPR ».*
Des modifications « provisoires » du contrôle-commande : « *À défaut de pouvoir supprimer la cause des FFN à court terme, EDF a prévu des modifications du contrôle-commande pour l'EPR FA 3 afin de limiter les aléas d'exploitation susmentionnés* ».
Limites et insuffisances : « *Les analyses d'EDF le conduisent à pénaliser les seuils de surveillance et de protection du cœur pour prendre en compte l'impact des FFN, ce qui conduit à réduire les limites du domaine d'exploitation du réacteur »… « Ainsi, l'IRSN estime que l'utilisation, dans la démonstration de sûreté, de données dont EDF ne peut, à ce stade, justifier ni le conservatisme ni l'impact sur l'analyse de sûreté n'est pas satisfaisant ».*
« Compte tenu de ce qui précède, l'IRSN conclut que les résultats de la démarche susmentionnée ***ne peuvent constituer une démonstration de sûreté pérenne acceptable*** *».*

[1] Déclaration du président de l'ASN (alors direction générale de la sûreté nucléaire, André Claude Lacoste lors de son allocution du 3 avril 2 du 3 avril 2003 devant l'Office parlementaire des choix scientifiques et technologiques).
[2] « R & D relative aux accidents graves dans les réacteurs à eau pressurisée : bilan et perspectives », IRSN et CEA, La Documentation française, Paris, Janvier 2007.

L'EPR est lui-même l'héritier direct des réacteurs du palier N4 de 1500 MW : Chooz B1 et B2, Civaux 1 et 2. Le 21 octobre 2021, EDF a informé l'ASN de la détection de fissures sur un circuit de refroidissement de secours du réacteur n°1 de la centrale de Civaux, puis de l'arrêt des trois autres réacteurs de 1500 MW de puissance électrique nette et du réacteur de Penly 1 (1300 MW). Aujourd'hui, 12 réacteurs sont arrêtés de ce fait.
Le 7 juin 2022, l'ASN a déclaré : « *Il s'agit d'un événement sérieux et inédit, dont le traitement complet nécessitera plusieurs années* »[3]. Qu'en est-il pour l'EPR ?

L'EPR a été conçu comme combinant les N4 français de 1500 MW et le Konvoi allemand de 1300 MW. Une puissance de 1650 MW fut choisie, en faisant le réacteur le plus puissant au monde. Le concepteur et constructeur Westinghouse a construit un petit nombre de réacteurs de 1300 MW dans les années 1980, puis est redescendu à 1000 MW pour son réacteur AP-1000 de IIIème génération. La Chine, qui a acheté deux réacteurs EPR, a choisi pour son développement propre d'un réacteur de troisième génération, le modèle Hualong 1 (ou HPR-1000) d'une puissance de 1090 MW. Il n'est pas impossible que cette **course à la puissance**, une spécialité française, soit à l'origine des défauts de conception constatés sur l'EPR.

« *Le mois dernier, EDF a proposé au gouvernement tchèque son réacteur à eau pressurisée EPR1200 Ge III+ à ČEZ (l'exploitant national) dans le cadre d'une réunion de pré-appel d'offres pour l'unité 5 de la centrale nucléaire de Dukovany* », *s'est exprimé Xavier, directeur exécutif groupe en charge de la direction ingénierie et projets nouveau nucléaire (EDF)*[4] ».
Ne serait-il pas raisonnable que, si l'on veut absolument construire de nouveaux réacteurs EPR en France, leur puissance soit limitée à 1200 MW ?

[3] Réunion du HCTISN du 7 juin 2022.
[4] https://www.sfen.org/rgn/epr-1200-republique-tcheque/

Réponses aux questions CNDP

Question n° 4 : Est-ce que l'EPR2 est le bon choix de réacteur ?
Cette question englobe :
• les conséquences des évolutions de conception entre EPR et EPR2 sur le niveau de sûreté,
• le choix d'une puissance de 1 670 MWe et son insertion dans le réseau et le mix électrique,
• les solutions alternatives.

Réponse Greenpeace France :

La mise en chantier de l'EPR de Flamanville, en 2007, s'inscrivait dans une stratégie industrielle d'anticipation du besoin de renouvellement des réacteurs actuels après 40 années de fonctionnement. Les déboires financiers et techniques de ce projet ont clairement montré les limites des capacités industrielles d'EDF. Après 15 ans de chantier et une facture globale atteignant plus de 19 milliards d'euros, l'EPR de Flamanville n'a toujours pas démarré. Les retards et l'augmentation énorme des coûts prévisionnels est un point commun de tous les chantiers de construction des EPR dans le monde. Débutée en 2007, la construction de l'EPR de Flamanville devait à l'origine durer 5 ans. Plusieurs fois retardée, la mise en service de l'EPR initialement prévue pour 2012 est désormais annoncée pour 2023. Un retard au coût faramineux : 19,1 milliards d'euros, selon la Cour des comptes au lieu des 3,3 milliards initialement prévus, soit un dépassement de 478 %. Aujourd'hui la Cour des comptes établit que le coût de production du nouveau nucléaire serait plutôt compris entre 85 et 100 euros par MWh.

De même, les arrêts des réacteurs à cause des travaux pour la prolongation de la durée de vie du parc existant et liés aux prescriptions des évaluations complémentaires de sûreté ainsi que liés aux problèmes de corrosion sous contrainte ont prouvé que le nucléaire d'un point de vue technique n'est pas résilient et qu'il n'est pas opportun de construire de nouveaux réacteurs.

Les solutions alternatives sont la réduction de la consommation d'énergie et électrique, l'efficacité énergétique pour mettre en place des modes de vie sobres, et accélérer le développement des énergies renouvelables qui ne cessent de monter en puissance

SFEN

Question n° 4 : Est-ce que l'EPR2 est le bon choix de réacteur ?

Cette question englobe :

- *• les conséquences des évolutions de conception entre EPR et EPR2 sur le niveau de sûreté,*
- *• le choix d'une puissance de 1 670 MWe et son insertion dans le réseau et le mix électrique,*
- *• les solutions alternatives.*

Question n°4

Intitulé de la question : Est-ce que l'EPR2 est le bon choix de réacteur ?

Point de vue et argumentation initiale fournie par :Sfen

L'EPR2 est une nouvelle configuration technique qui capitalise sur les premières expériences. Il permet tout en gardant les mêmes exigences de sûreté, d'en faciliter la construction. L'ASN en a approuvé les options de sûreté en septembre 2021.

En termes de sûreté Il intègre le retour d'expérience de Fukushima (réacteur dit de génération III+), avec un niveau de sûreté parmi les plus élevés au monde, une forte puissance (1 670 MWe) et des performances environnementales accrues (usage du combustible efficace, performances en matière de rejets, etc.). Pour rappel, en juillet 2019, l'ASN et l'IRSN ont émis un avis positif sur le DOS soumis par EDF, confirmant ainsi le bon niveau de sûreté des principales options de conception retenues. Deux sujets ont fait l'objet d'une instruction complémentaire : la chute d'avion militaire et l'exclusion de rupture. Le premier sujet a été clos fin avril par l'ASN.

Un choix de puissance qui s'intègre au réseau Français

Le scénario SNBC prévoit une baisse de la consommation d'énergie mais une augmentation de la production d'électricité bas carbone ce qui signifie que nous allons avoir besoin de beaucoup d'électricité bas carbone. L'EPR 2 à travers sa capacité (1 670 MW) permet de contribuer à répondre à ce défi sur les sites existants, sans nécessiter de création de nouveaux sites. De manière générale, le réseau de transport d'électricité français est suffisamment robuste et dimensionnée pour accueillir des réacteurs de grande capacité. Sur le site de Penly, EDF prévoit, dans son dossier de maître d'ouvrage (DMO) la construction additionnelle de quatre nouvelles liaisons électriques.

Concernant les solutions alternatives :

- Réacteurs étrangers de troisième génération (ex : AP1000 de Westinghouse) :

Ces réacteurs ne sont pas adaptés à la règlementation française et aux exigences de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

- Petits réacteurs modulaires (SMR) :

Le projet français Nuward, soutenu par France 2030, est encore en cours de développement. Son avant projet détaillé n'est pas attendu avant la fin de la décennie. Il sera destiné à l'export pour le marché mondial de remplacement des centrales à charbon. Ils permettront également des usages avancés, comme la production d'hydrogène ou de chaleur bas carbone. Sa petite taille (2*170MW)

et son emprise au sol ne permettrait pas d'assurer la sécurité d'approvisionnement électrique en utilisant la place disponible sur les sites existants.

- Réacteurs de 4ème génération (AMR)

A l'avenir, les réacteurs 4e générations ou AMR pourraient permettre, en fonction des technologies, une meilleure utilisation des matières ou une réduction du volume et de la durée de vie des déchets ultimes par l'incinération des actinides mineurs. Mais ces derniers sont encore en phase de R&D et ne sont pas prêts pour leur industrialisation.

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ELEMENTS A FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Question n° : 4b

Intitulé de la question : Est-ce que l'EPR2 est le bon choix de réacteur ? **Les alternatives ?**

Point de vue et argumentation initiale fournie par : **EDF**

Rédaction (4000 caractères maxi) :

Les alternatives au programme de réacteurs EPR2 s'envisagent à plusieurs niveaux :

- D'abord l'alternative qui consisterait à ne pas construire de nouveaux réacteurs,
- Ensuite l'alternative sur la façon de déployer les réacteurs sous forme d'un programme,
- Et enfin les alternatives au réacteur EPR2 lui-même, en particulier sur son niveau de puissance.

L'alternative qui consisterait à ne pas lancer la construction de nouveaux réacteurs aujourd'hui serait vue pour EDF comme une décision implicite de mettre fin à la construction de nouveaux réacteurs nucléaire en France.
La France perdant sa compétence technique sur le sujet, cela entrainerait une désindustrialisation progressive de cette filière, qui est actuellement la 3eme filière industrielle du pays. Le retour d'expérience issu de la construction de l'EPR de Flamanville 3 donne des éléments clairs sur ce point.
Au contraire, la décision de lancer un programme de nouveaux réacteurs en France garde l'option nucléaire ouverte, appuyée sur des compétences qui s'étoffent en nombre et en technicité, mobilisables également dans le cadre de nos partenariats à l'international.

La réalisation d'un projet au sein d'un programme industriel permet de gagner en efficacité. Ce gain serait amplifié par la dynamique qu'il procurerait au sein de la filière nucléaire française et qui serait perceptible dès le premier projet.
A contrario, **l'alternative de reproduire le lancement d'un projet unique sans suite, présenterait un risque fort pour la filière nucléaire française de ne pas se mobiliser dans de bonnes conditions faute de perspectives** (voir controverse Q2). Sans compter que, sur un plan financier, ne réaliser qu'un seul projet représenterait un coût unitaire bien supérieur à sa réalisation au sein d'un programme industriel. En effet, les coûts de développement de l'EPR2 ne seraient plus répartis sur la série de projets du programme.

Sur le choix du modèle du réacteur et ses alternatives, le raisonnement qui conduit à retenir le modèle EPR2 pour le programme en France est le suivant :

- **Le choix d'une technologie étrangère pour le programme de nouveaux réacteurs nucléaires envisagé en France est exclu**, d'abord pour des raisons de souveraineté (voir controverse Q1b). Au contraire, il nous semble essentiel de choisir un réacteur qui permet de s'appuyer sur une référence déjà en service commercial, et dont la mise en œuvre dans le contexte national est possible rapidement.
- Pour autant, **choisir de rester sur le modèle EPR,** sans y apporter d'amélioration, reviendrait à ne pas prendre en compte le retour d'expérience de construction de l'EPR de Flamanville et des autres EPR dans le monde. Ce **serait se priver, notamment, des améliorations attendues du modèle EPR2 en termes de coût et de délais de mise en œuvre**.
- **Faire le choix d'un réacteur de forte puissance avec EPR2**, c'est à la fois faire le choix d'un réacteur disponible et certifié, dans la continuité du parc existant et permettre d'apporter ; au travers du programme de 3 paires proposé 10GWe, dans des délais compatibles avec l'objectif de neutralité carbone en 2050.

Une paire de réacteurs EPR2 apporterait une nouvelle capacité de production nucléaire de deux fois 1 670 MWe soit 3 340 MWe.
La filière nucléaire française développe sous le pilotage d'EDF un modèle de réacteur de faible puissance dit SMR (Small Modular Reactor) appelé NUWARD™.
NUWARD™ est une centrale nucléaire de petite taille, basée sur la technologie éprouvée des réacteurs à eau pressurisée, et constituée de deux unités de 170 MW chacun soit 340 MW. Elle a vocation à compléter la gamme de réacteurs d'EDF pour répondre à une demande mondiale fortement croissante de moyens de production d'électricité pilotables et décarbonés à partir de 2030. Elle vise en particulier le remplacement d'unités de production charbon ou gaz et la croissance des usages de l'électricité.

Ainsi, **pour mettre à disposition une capacité de production d'électricité équivalente à une paire de réacteurs EPR2, il serait nécessaire de réaliser environ dix projets de centrales SMR NUWARD™.** C'est pourquoi cette technologie est plutôt envisagée en France comme une technologie complémentaire aux réacteurs de forte puissance.

DÉBAT PUBLIC

NOUVEAUX RÉACTEURS NUCLÉAIRES ET PROJET PENLY

1ER CYCLE D'ARGUMENTATION

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ELEMENTS A FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Fiche à retourner à la CPDP pour le 21 septembre, **format limité à deux pages A4 maximum (environ 4000 caractères, ou moins si possible)**, en référence à une des sept questions de la liste donnée en annexe.

Chaque membre peut choisir une ou plusieurs des sept questions citées en annexe, et donner son point de vue argumenté sur chacune de ces questions, en remplissant une fiche pour chacune des questions retenues, avec les éléments sur lesquels se fonde l'argumentation : source, données expérimentales, constats, etc.

Dans la phase suivante, **entre le 26 septembre et le 15 octobre**, chaque membre qui le souhaite sera invité à fournir sous la même forme, s'il y a lieu, les contre-arguments qu'il présente face aux points de vue exprimés dans ce 1er cycle d'argumentation.

Question n° : 5

Intitulé de la question : Quel est l'impact du programme de nouveaux réacteurs EPR2 sur le cycle du combustible et la gestion des déchets ?

Point de vue et argumentation initiale fournie par : Andra

Rédaction (4000 caractères maxi) :

Sur sollicitation du gouvernement dans la perspective du rapport « Travaux relatifs au nouveau nucléaire » publié en février 2022, l'Andra a réalisé une première évaluation technique de l'éventuel impact de 6 nouveaux réacteurs EPR sur les filières de stockage de déchets radioactifs en exploitation ou en projet. Pour consulter le rapport : cliquez ici.

La question de la gestion des déchets fait partie intégrante des travaux préalables à la décision de l'Etat concernant la mise en œuvre de nouveaux réacteurs. L'évaluation préliminaire de l'Andra se fonde sur les hypothèses figurant dans le rapport du gouvernement. Elle constitue une pré-analyse technique de la faisabilité du stockage, mais ne préjuge pas des processus règlementaires et démocratiques requis pour la création de nouveaux réacteurs et pour la gestion des déchets induits.

Les caractéristiques radiologiques et physico-chimiques des déchets générés par ces nouveaux réacteurs seraient quasi similaires aux déchets actuellement produits par les réacteurs les plus récents du parc. À titre d'exemple, les déchets radioactifs qui seront produits par l'EPR de Flamanville, actuellement en construction, sont déjà pris en compte par l'Andra en vue de leur stockage : les futurs déchets MA-VL et HA figurent dans l'inventaire de référence du projet Cigéo, les futurs déchets FMA-VC et TFA ont fait l'objet d'échanges préalables en vue de leur prise en charge par le CSA et le Cires.

En ce qui concerne les volumes, les déchets FMA-VC et TFA conditionnées qui seraient produits sur l'ensemble du cycle de vie de 6 réacteurs EPR2, en considérant 60 ans d'exploitation sont présentés ci-dessous :

Catégorie	FMA-VC	TFA
Exploitation	40 200 m³	23 400 m³
Démantèlement	58 200 m³	96 000 m³
Total	98 400 m³	120 000 m³

A titre de comparaison, selon les scénarios prospectifs de l'*Inventaire national des matières et déchets radioactifs 2018*, le volume total des déchets générés par l'ensemble des installations nucléaires à terminaison pourrait représenter, selon les scénarios de politique énergétique, entre 1 800 000 et 2 000 000 m³ pour les déchets FMA-VC et entre 2 000 000 et 2 300 000 m³ pour les TFA. Ces scénarios sont basés sur les informations des producteurs de déchets pour l'ensemble des installations nucléaires existantes ou qui disposent de leur autorisation de création.

Concernant l'impact sur les disponibilités des centres de stockage en exploitation ou en projet, l'étude préliminaire évalue :

- pour les déchets FMA-VC, déchets principalement issus de l'exploitation et de la maintenance des centrales nucléaires : les volumes supplémentaires et leur chronique de livraison ne conduisent qu'à un décalage de quelques mois des besoins de renouvellement des capacités de stockage. L'atteinte de la capacité autorisée du CSA interviendrait à l'horizon 2060, échéance peu différente de celle envisagée aujourd'hui sur le périmètre du parc actuel, et avec un écart d'environ 12 mois entre les deux scénarios.

- Pour les déchets TFA, déchets principalement issus du démantèlement des centrales : les volumes supplémentaires générés par le déploiement des 6 réacteurs EPR2 resteraient relativement faibles le temps de leur exploitation jusqu'aux années 2100, date à laquelle démarreraient les premières opérations de démantèlement. Ces volumes pourraient être absorbés dans le cadre de l'exploitation du Cires jusqu'environ 2040 (sous réserve de l'obtention de l'autorisation d'augmentation de capacité de stockage) puis du futur centre de stockage TFA, dont la nécessité est déjà inscrite dans le PNGMDR.

Les volumes de déchets MA-VL et HA produits par l'exploitation de 6 réacteurs EPR2 varient en fonction de la stratégie de retraitement du combustible considérée et sont présentés dans le tableau suivant :

Types de déchets MA-VL	Volumes estimés de déchets produits par l'exploitation de 6 EPR2		
	Multi-recyclage	Mono-recyclage	Arrêt du recyclage
CSD-C	1 273 m³	710 m³	0 m³
Déchets activés et/ou contaminés d'exploitation et de démantèlement des réacteurs EPR2 et des autres installations du cycle14	2 678 m³	3 219 m³	2 574 m³
Total	3 951 m³	3 929 m³	2 574 m³

Types de déchets HA	Volumes estimés de déchets produits par l'exploitation de 6 EPR2		
	Multi-recyclage	Mono-recyclage	Arrêt du recyclage
CSD-V	1 872 m³	971 m³	0 m³

A titre de comparaison, les volumes inscrits dans l'inventaire de référence de Cigéo sont de l'ordre de 10 000 m^3 pour les déchets HA et de 73 000 m^3 pour les MA-VL. Ces volumes comprennent les déchets déjà produits et qui seront produits par les installations nucléaires existantes ou qui disposent de leur autorisation de création, avec l'hypothèse d'une durée de fonctionnement des réacteurs de 50 ans en moyenne.

L'étude préliminaire n'identifie à ce stade aucun élément technique rédhibitoire à leur prise en charge dans Cigéo. La prise en compte des déchets issus de 6 réacteurs EPR supplémentaires conduirait à un allongement de la durée de vie de l'installation et une augmentation de l'emprise du stockage sans remettre en cause sa faisabilité. Les impacts radiologiques en après fermeture prenant en compte ces augmentations d'inventaire resteraient du même ordre de grandeur que ceux pour le stockage des déchets de l'inventaire de référence ou ceux de l'inventaire de réserve. L'emprise souterraine des ouvrages du centre de stockage Cigéo resterait comprise dans la zone géologique au sein de laquelle se trouve une couche d'argile ayant les propriétés requises.

Les études menées à ce stade sont préliminaires. Des études complémentaires devront être menées si la création des 6 nouveaux réacteurs est autorisée, notamment sur la stratégie de déploiement du centre de stockage, les exigences de sûreté en exploitation et à long terme, et l'adaptation de la stratégie de maintenance. Ces études auront également pour but de conforter les garanties que la prise en compte dans le stockage des déchets de 6 EPR2 ne remet pas en question les modalités actuelles de maîtrise des risques et alimenteront les processus réglementaires et démocratiques préalable à une éventuelle décision de stockage. Les conclusions de ces études seront être intégrées au plan de développement progressif de Cigéo, en lien avec les délais de production et d'expédition des déchets produits par ces nouveaux réacteurs.

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ELEMENTS A FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Question n° : 5

Intitulé de la question : **Quel est l'impact du programme de nouveaux réacteurs sur le cycle du combustible et la gestion des déchets ?** Cette question englobe, au regard des besoins en investissements et en exploitation :

- L'approvisionnement en uranium naturel
- Le recyclage de l'uranium et du plutonium produits par le retraitement des combustibles EPR2 usés (option du DMO = monorecyclage)
- L'entreposage des combustibles usés en attente de retraitement ou de stockage
- La production de déchets radioactifs, en particulier des déchets de haute activité à vie longue et leur stockage

Point de vue et argumentation initiale fournie par : **EDF**

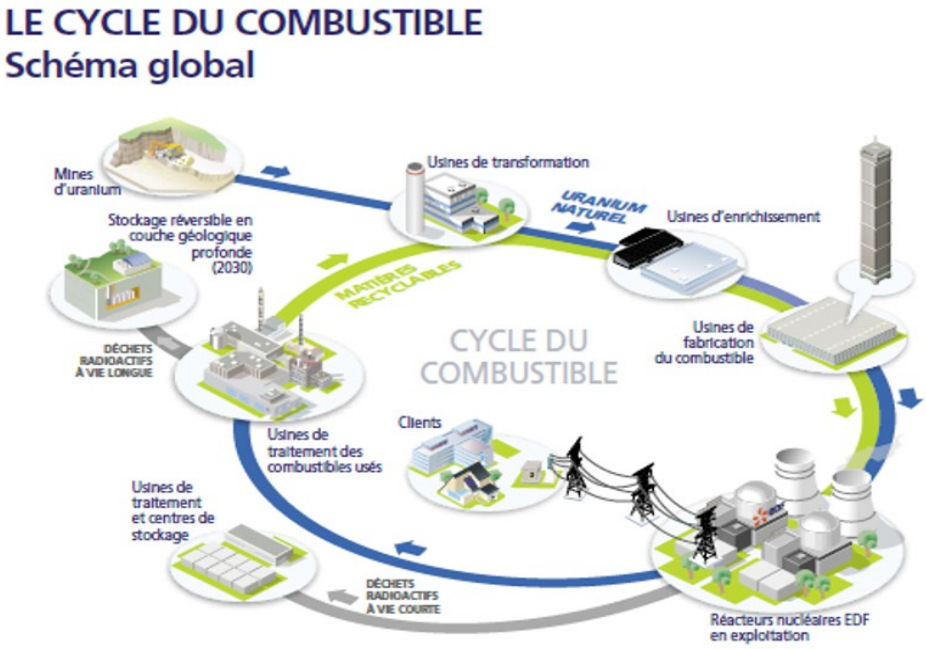
Rédaction (4000 caractères maxi) :

Les futurs EPR2 sont des réacteurs à eau pressurisée comme les réacteurs du parc actuel, les combustibles utilisés seront donc globalement de même nature. De même, les déchets produits seront globalement de même nature que les déchets produits par le parc actuel.

De manière générale, le fait d'ajouter un EPR2 au parc nucléaire reviendra à ajouter une puissance de production d'électricité supplémentaire sur une durée donnée, avec des besoins en combustibles, des productions de combustibles usés et de déchets proportionnés à cette puissance supplémentaire.

En conséquence, les EPR2 seront appelés à solliciter les mêmes installations ou les mêmes types d'installation que celles nécessaires au parc actuel et pour les mêmes besoins.

Le cycle du combustible français peut s'illustrer par le schéma ci-dessous.



Il comprend :

- une partie en amont des réacteurs nucléaires avec l'approvisionnement du combustible neuf nécessaire au fonctionnement de ces derniers,
- une partie à l'aval avec l'entreposage du combustible usé, le traitement de combustible usé, le recyclage des matières valorisables issues du traitement ainsi que l'entreposage et le stockage des déchets générés par l'ensemble du cycle.

Les modalités d'approvisionnement des EPR2 ne différeront pas des modalités aujourd'hui mises en œuvre pour l'approvisionnement du parc actuel très diversifié afin de garantir la sécurité d'approvisionnement. Par MWh produit, l'EPR2 est prévu pour consommer à minima 5 % d'uranium naturel en moins que les réacteurs de seconde génération actuels qui s'arrêteront progressivement dans les décennies à venir.

L'EPR2 est prévu pour utiliser du combustible issu de l'uranium naturel (UNE) mais aussi du combustible de type MOX. Il pourra donc s'adapter aux orientations de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) en termes de stratégie de traitement recyclage du combustible usé.

Le traitement-recyclage des combustibles usés mis en œuvre depuis la fin des années 80 permet de limiter l'inventaire de combustibles usés à entreposer, de réduire la quantité des déchets radioactifs, et de réaliser des économies de ressources naturelles. Aujourd'hui, le combustible usé à base d'uranium est traité dans les usines d'Orano à La Hague et le plutonium issu de ce traitement est recyclé dans l'usine de Melox sous forme de combustible neuf, appelé MOX. On parle de monorecyclage. A l'avenir, l'objectif est de traiter aussi le combustible MOX usé. On parle alors de multirecyclage, dont la PPE en vigueur demande l'étude pour une mise en œuvre potentielle, à l'échelle industrielle, dans une partie du parc EPR2 à partir de l'horizon 2050.

La gestion sûre et durable des matières (dont le combustible usé) et des déchets qui seront générés par de futurs EPR2 est intégrée dès à présent dans les scénarios prospectifs étudiés dans le cadre du Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs (PNGMDR), élaboré sous l'égide de la Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC). Mis à jour tous les 5 ans avec la contribution des industriels, des associations, du public, des autorités et des représentants de l'Etat, le PNGMDR intègre les dispositions de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), elle-même régulièrement actualisée. Les prévisions des besoins en entreposage et stockage de matières et déchets sont donc actualisées périodiquement, en cohérence avec les évolutions de politique énergétique de la France, et les décisions de déploiement des capacités nécessaires sont prises régulièrement sur ces bases. Les différents scénarios étudiés pour prévoir ces besoins prennent en compte des hypothèses en termes de stratégie de traitement-recyclage, de durée d'exploitation des tranches actuelles et de chroniques de mise en service de nouveaux réacteurs EPR2 (cf action POL2 du PNGMDR 2022-2026).

L'entreposage des combustibles usés qui seront générés par des EPR2 s'inscrira dans le même schéma industriel que celui de l'entreposage des combustibles usés générés par le parc actuel. Une fois déchargés des réacteurs, les combustibles usés seront entreposés temporairement dans la piscine de désactivation du bâtiment combustible (BK), attenante à chaque réacteur EPR2. Après ce premier entreposage temporaire nécessaire au refroidissement suffisant des combustibles afin de pouvoir être transportés, ils seront évacués dans les installations d'entreposage dédiées, dans l'attente de leur valorisation. Les premiers combustibles usés issus des EPR2 pourront être envoyés dans ces installations dédiées approximativement dix ans après leur chargement en réacteur. Concernant l'entreposage puis le traitement-recyclage des combustibles UNE usés, ils pourront être pris en charge par l'usine d'Orano à La Hague. Quant à l'entreposage de longue durée des combustibles usés MOX EPR2 dans l'attente de leur valorisation future via le multirecyclage, il pourra être pris en charge par la piscine d'entreposage centralisée envisagée par EDF sur le site de La Hague pour une mise en service à l'horizon 2034.

De même que pour les combustibles usés, les déchets produits par de nouveaux réacteurs de type EPR2 seront gérés en continuité dans les filières de gestion des déchets du parc de réacteurs à eau sous pression, existantes et à l'étude. Les premiers déchets d'exploitation seront générés à l'horizon 2035 au démarrage de l'exploitation des installations, et ceux liés à leur déconstruction à l'horizon 2100.

Pour les déchets à vie courte, les besoins d'installations de stockage d'ores et déjà identifiées pour accueillir les déchets du parc existant, que ce soit en termes de volume ou de capacités radiologiques et physico-chimiques, ne sont pas remis en cause par la quantité de déchets qui sera produite par l'exploitation puis la déconstruction de six réacteurs EPR2. Compte tenu des capacités actuelles des centres de stockage TFA et FMA-VC, des augmentations de capacités (par extension ou création) seront nécessaires, indépendamment de la décision de construction de nouveaux réacteurs EPR2. La temporalité de ces augmentations de capacité dépend de multiples facteurs, mais EDF estime, à ce jour, qu'elles se situeront vers 2040 pour le Cires et vers 2060 pour le CSA (centres de stockage de l'Andra dans l'Aube). Les nouvelles capacités pourront être dimensionnées pour prendre en compte les déchets des réacteurs alors existants ou en projet. À cet effet, les schémas industriels des centres de stockage sont élaborés et régulièrement mis à jour par l'Andra, en coordination avec les producteurs de déchets, dans le cadre du PNGMDR.

Pour les déchets de moyenne activité à vie longue et de haute activité (destinés au stockage géologique profond), dans l'hypothèse d'un programme de six réacteurs EPR2, il n'est pas identifié à ce stade par l'Andra d'éléments rédhibitoires à leur accueil dans le centre Cigéo actuellement en développement sans préjuger des processus réglementaires et démocratiques requis pour la création de nouveaux réacteurs et pour la gestion des déchets induits. En effet, si le centre de stockage Cigéo devait, le moment venu, accueillir les déchets générés par les six EPR2, en plus de ceux générés par le parc actuel, l'emprise souterraine des ouvrages serait augmentée, sans toutefois que cette augmentation ne présente de sujets rédhibitoires identifiés, notamment quant à la capacité de la couche d'argile à accueillir les déchets HA et MA-VL supplémentaires : les exigences de sûreté en exploitation et à long terme seraient respectées. L'augmentation de l'emprise pourrait générer certaines évolutions ou ajustements ultérieurs de la conception du stockage. De même l'accueil des déchets des EPR2 pourrait avoir un impact sur la durée de fonctionnement de Cigéo. Cette évolutivité et cette adaptabilité sont cohérents avec les principes de conception actuels de l'installation.

Clarification des controverses techniques

Contribution de France Nature Environnement au 1er cycle d'argumentation

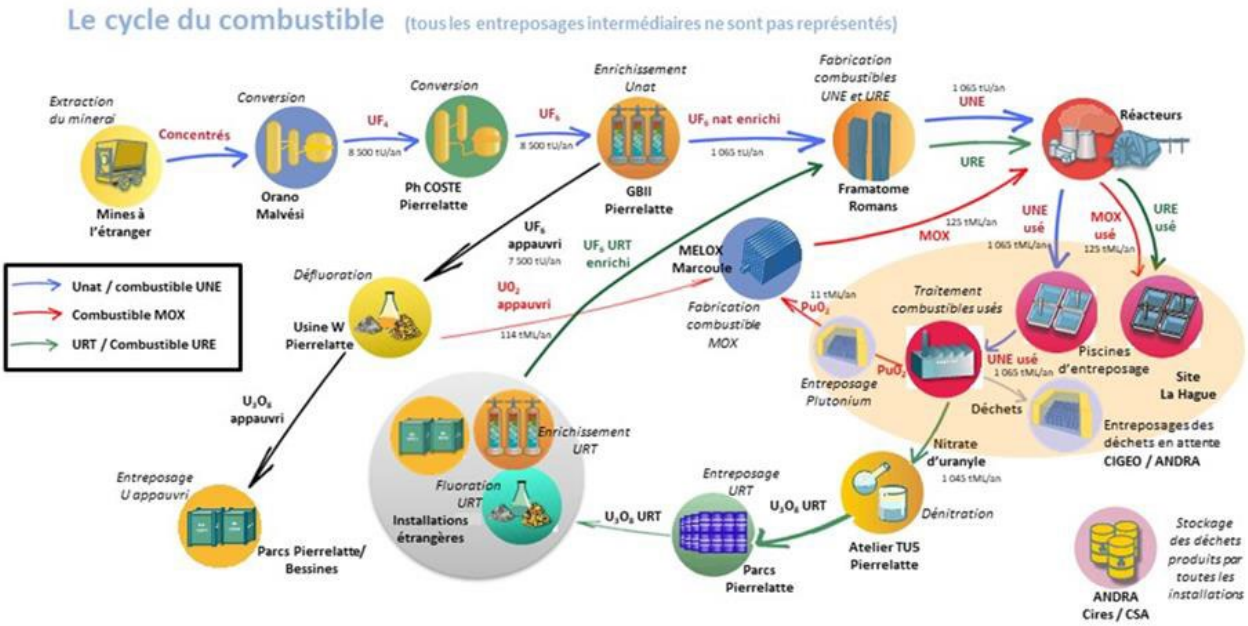
Question n° 5 : Quel est l'impact du programme de nouveaux réacteurs sur le cycle du combustible et la gestion des déchets ?

Cette question englobe, au regard des besoins en investissements et en exploitation :

- l'approvisionnement en uranium naturel,
- le recyclage de l'uranium et du plutonium produits par le retraitement des combustibles EPR2 usés (option du DMO = mono recyclage),
- l'entreposage des combustibles usés en attente de retraitement ou de stockage,
- la production de déchets radioactifs, en particulier des déchets de haute activité à vie longue et leur stockage.

Au regard des acquis du Débat public sur le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs, de la situation de l'aval du « cycle » nucléaire et du volume des matières, substances et déchets accumulés depuis près d'un siècle, France Nature environnement qu'il est impératif d'arrêter la production de déchets atomiques.

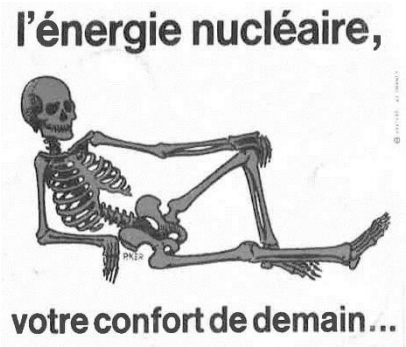
En conséquence nous réaffirmons notre opposition à un programme de relance de la production électronucléaire que ce soit au travers de la construction de nouveaux réacteurs ou de la prolongation des plus anciens. Non seulement la France n'aura plus à se soucier d'approvisionnements en uranium dit naturel pour le moins impactant, mais elle pourra mettre un terme à l'utopie du recyclage des combustibles usés qui n'a pas empêché une accumulation onéreuse et contraignante de substances sans aucun usage.



Dans la continuité des contributions proposées à l'occasion de la démarche de controverse en amont du Débat public sur le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs, France Nature environnement tient par ailleurs à rappeler son opposition résolue à la pérennisation de la filière Mox et au recours envisagé par l'exploitant nucléaire à des combustibles de type URE pour alimenter des réacteurs de différents paliers. Il ne saurait être question en particulier de charger les EPR2 avec du Mox alors que cette solution a été écartée

à Flamanville, d'admettre le recours à l'URE et encore moins de procéder à un « multirecyclage » de combustible dans les chargements de ces réacteurs nouveaux.

Plutôt de poursuivre une fuite en avant alors qu'aucune solution de gestion à long terme des combustibles usés et des produits issus de leur traitement n'est disponible, France Nature Environnement considère comme nécessaire de prioriser une gestion robuste et sûre des matières déjà accumulées avant d'envisager la production de nouveaux déchets atomiques.



Nous considérons l'urgence d'envisager des solutions énergétiques qui ne laissent pas aux générations futures un héritage empoisonné « into eternity » dans un contexte de forte mobilisation tant dans le Nord Cotentin contre le projet de création d'une nouvelle piscine d'entreposage centralisé que contre contre le projet Cigéo aux confins de la Meuse et de la Haute-Marne.

Nous ne savons déjà que faire des matières inscrites à l'inventaire de l'Andra, rien ne justifie de charger un peu plus une barque à la dérive depuis déjà longtemps…

Global Chance – Question 5

Quel est l'impact du programme de nouveaux réacteurs sur le cycle du combustible et la gestion des déchets ?

*

1. Le recyclage de l'uranium de retraitement et du plutonium

L'extraction chimique simultanée, de l'uranium, du plutonium, et des solutions de dissolution est obtenue par plusieurs cycles d'extraction chimique.

2.1 L'uranium de retraitement

La teneur en uranium de l'uranium de retraitement (Urt) obtenu par les séparations chimiques ne dépasse pas 99,5%. L'Urt à une teneur en ^{235}U supérieure à celle de l'uranium naturel (environ 0,84% au lieu de 0,718%) mais il est accompagné de produits de fission et de transuraniens, dont une fraction va être fluorée, lors de l'obtention de l'UF6.

Ces teneurs résiduelles entraînent une contamination des procédés d'enrichissement. Pour cette raison l'uranium de retraitement n'a pas été enrichi en France, ni par le procédé de diffusion gazeuse ni par centrifugation. En outre, cet Urt comporte des isotopes artificiels (^{236}U et ^{232}U par décroissance) qui sont *neutrophages*, ce qui nécessite une augmentation du taux d'enrichissement en ^{235}U à 4,2% environ pour être équivalent à de l'uranium naturel enrichi à 3,7%.

Ce recyclage ne présente donc pas un grand intérêt économique du fait de la surconsommation en unités de travail de séparation (UTS) qu'il entraîne et des contaminations inévitables des appareillages.

Le recyclage de l'uranium de retraitement a cependant été réalisé. L'enrichissement a été fait principalement en Russie[1] et un total de 1 370 assemblages combustibles à l'Urt enrichi (environ 640 tonnes) a été utilisé dans les réacteurs de la centrale de Cruas (Rapport Areva 2015). Ces assemblages sont entreposés en piscine dans l'attente du stockage définitif.

1.2 Le plutonium

La fabrication du combustible MOX est complexe et coûteuse. Un tonnage significatif de crayons combustibles MOX est rebuté chaque année. Ces crayons de MOX rebuté sont rassemblés sous la forme de pseudo-assemblages (17 x 17 crayons) qui sont entreposés à La Hague, à UP2-800. Fin 2020, il y avait *315 tonnes de MOX rebuté* entreposées dans la piscine NPH (Andra 2022).

Ce plutonium, qui ne pourra être récupéré qu'au moyen d'un retraitement difficile, compte tenu des risques de criticité présentés par la charge en plutonium, pose des problèmes d'entreposage à La Hague dans un contexte national de saturation des capacités d'entreposage.

Les assemblages MOX irradiés (2 350 tonnes fin 2020) sont également entreposés à La Hague et seraient stockés en l'état dans Cigéo. Compte tenu de l'énergie thermique dégagée, le conteneur de stockage ne contient qu'*un seul* assemblage alors que les UOX en contiennent *quatre*. Ainsi les MOX occuperaient quatre fois plus d'alvéoles de stockage que les UOX.

Le tableau suivant compare les matières nucléaires résiduelles et les transuraniens formés dans des assemblages à uranium naturel enrichi (UNE) et à oxyde mixte (MOX), irradiés à un taux de combustion de 45 GWj/t et refroidis 3 ans.

[1] 4 196 tonnes d'Urt ont été exportées et 296 t d'Urt enrichi importées, de 2001 à 2011. Les derniers assemblages en Urt enrichi se trouvaient encore chargés en 2013 à Cruas (11 tonnes).

Caractéristiques	UNE	MOX	MOX/UNE
Masse d'actinides	1,24 kg/t	6,04 kg/t	**4,87**
Activité des actinides	328 TBq/t	3 549 TBq/t	**10,82**
Masse de plutonium	11,21 kg/t	66,61 kg/t	**5,94**
Activité du plutonium	4 842 TBq/t	38 433 TBq/t	**7,94**
Masses (Pu + actinides)	12,45 kg/t	72,65 kg/t	**5,84**
Activités (Pu + actinides)	5 170 TBq/t	41 982 TBq/t	**8,12**
Dose par µg de métal lourd (ingestion)	0,12 mSv/µg	1,05 mSv/µg	**8,75**
Puissance thermique des Pu + actinides	0,53 kW/t	5,06 kW/t	**9,6**

Taux de combustion = 45 GW/t, Temps de refroidissement = 3 ans

L'usage du MOX se traduit par une faible consommation du plutonium (23,0%) car le plutonium est un mauvais choix en tant que combustible pour les réacteurs à neutrons thermiques. L'activité des actinides est près de 11 fois supérieure dans le MOX ce qui lui confère une toxicité supérieure d'un facteur 8,75.
Au nom d'une économie d'uranium naturel, le MOX entraîne en pratique d'énormes complications à toutes les étapes qui vont de la fabrication au stockage définitif.

2. L'entreposage des combustibles irradiés

Les retards de plus d'une décennie, pris par EDF sur la mise en chantier d'un entreposage centralisé conduisent aujourd'hui au recours systématique au retraitement des combustibles irradiés. Cette pratique conduit à un excédent important de plutonium : 66,4 tonnes fin 2021 soit plus de 7 fois les besoins annuels pour le combustible MOX.
La solution provisoire consistant à un entreposage compacté en piscine au moyen de nouveaux paniers utilisant un matériau neutrophage apporte une première réponse qui devrait être complétée par un stockage modulaire à sec qui pourrait recevoir les assemblages irradiés qui ont connu, dans les piscines de La Hague, des refroidissements plus importants (IRSN).

3. Pas de retraitement dans un éventuel programme EPR2

Le retraitement produit, comme nous l'avons vu, un tonnage de plutonium très important au point que les entreposages de plutonium sont pratiquement saturés. Des entreposages supplémentaires doivent être réalisés. L'excès de plutonium produit, alors même qu'il ne pourra pas être utilisé dans des réacteurs à neutrons rapides car leur construction a été abandonnée, conduira à traiter cette matière nucléaire comme un *déchet*, au même titre que les actinides mineurs.
D'autre part, le stockage définitif des déchets HA et MA-VL issus du retraitement n'apporterait pas de gains significatifs en matière stockage définitif par rapport au stockage en l'état des combustibles irradiés.

Nous considérons que, si un programme EPR2 était mis en œuvre, cela devrait se faire sans le retraitement des combustibles irradiés.

Réponses aux questions CNDP

Question n° 5 : Quel est l'impact du programme de nouveaux réacteurs sur le cycle du combustible et la gestion des déchets ?

Cette question englobe, au regard des besoins en investissements et en exploitation :

• l'approvisionnement en uranium naturel,

• le recyclage de l'uranium et du plutonium produits par le retraitement des combustibles EPR2 usés (option du DMO = mono recyclage),

• l'entreposage des combustibles usés en attente de retraitement ou de stockage,

• la production de déchets radioactifs, en particulier des déchets de haute activité à vie longue et leur stockage.

Réponse Greenpeace France

L'uranium nécessaire au fonctionnement des réacteurs nucléaires est importé d'autres pays. EDF dépend de l'uranium du Niger, du Canada et du Kazakhstan sous influence russe, ce qui pose un problème éthique au vu de la guerre en Ukraine et un problème de dépendance énergétique dans le long terme, ce qui est d'autant plus préoccupant au vu de l'évolution des tensions géopolitiques dans un monde de plus en plus déstabilisé, notamment par le dérèglement climatique qui va accroître les tensions autour des ressources naturelles. L'énergie nucléaire ne permettra pas notre indépendance énergétique notamment à cause du Les problèmes de l'usine de retraitement de La Hague dûs au vieillissement de l'installation, la saturation des piscines de combustibles usés, les dysfonctionnements de l'usine Melox à Marcoule dont la production de Mox a dramatiquement baissé en quantité (¼ de la capacité de l'usine en 2021) et qualité, remettent en question le retraitement des combustibles usés. Une solution pour le stockage des combustibles usés qui seraient produits par des nouveaux réacteurs nucléaires doit être proposée. Aujourd'hui, aucun projet de stockage des déchets radioactifs à haute activité et moyenne activité vie longue n'est abouti. Ces déchets ne sont donc pas gérés et s'accumulent à La Hague. Le projet Cigéo qui ne devrait pas être autorisé compte tenu de sa dangerosité pour l'environnement et la sécurité des populations n'est de toute façon dimensionné que pour accueillir les déchets des réacteurs déjà en fonctionnement. La construction de nouveaux réacteurs nucléaires augmenterait les volumes de déchets radioactifs que devront gérer les prochaines générations pour une durée de milliers d'années pour un gain d'électricité de 60 ans, c'est-à-dire deux générations.

DÉBAT PUBLIC

NOUVEAUX RÉACTEURS NUCLÉAIRES ET PROJET PENLY

1ER CYCLE D'ARGUMENTATION

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION

Fiche à retourner à la CPDP pour le 21 septembre, **format limité à deux pages A4 maximum (environ 4000 caractères, ou moins si possible)**, en référence à une des sept questions de la liste donnée en annexe.

Chaque membre peut choisir une ou plusieurs des sept questions citées en annexe, et donner son point de vue argumenté sur chacune de ces questions, en remplissant une fiche pour chacune des questions retenues, avec les éléments sur lesquels se fonde l'argumentation : source, données expérimentales, constats, etc.

Dans la phase suivante, **entre le 26 septembre et le 15 octobre**, chaque membre qui le souhaite sera invité à fournir sous la même forme, s'il y a lieu, les contre-arguments qu'il présente face aux points de vue exprimés dans ce 1er cycle d'argumentation.

Question n°5

Intitulé de la question :

Quel est l'impact du programme de nouveaux réacteurs sur le cycle du combustible et la gestion des déchets ?

Cette question englobe, au regard des besoins en investissements et en exploitation :

- l'approvisionnement en uranium naturel
- le recyclage de l'uranium et du plutonium produits par le retraitement des combustibles EPR2 usés (option du DMO = mono recyclage)
- l'entreposage des combustibles usés en attente de retraitement ou de stockage
- la production de déchets radioactifs, en particulier des déchets de haute activité à vie longue et leur stockage

Point de vue et argumentation initiale fournie par : Orano

L'approvisionnement en uranium naturel

Selon l'Agence Internationale de l'Energie, l'industrie nucléaire dispose aujourd'hui, au niveau mondial, de plus de 8 millions de tonnes de ressources conventionnelles en uranium, correspondant à 80 ans de fonctionnement des réacteurs au rythme d'une croissance soutenue dans les décennies à venir. Les ressources en uranium bénéficient, par ailleurs, d'une diversité géographique et géopolitique constituant un important facteur de sécurité d'approvisionnement pour des pays utilisant l'énergie nucléaire comme la France qui ne disposent pas de ressources en propre. Le groupe français Orano exploite des mines dans les principales zones de production minière (Canada, Asie centrale et Afrique) et assure à ses clients 20 ans de visibilité de production grâce à son portefeuille de réserves et ressources diversifié. La quantité et la diversité géographique des ressources disponibles permettent d'envisager sereinement l'approvisionnement en uranium de 6 réacteurs EPR2 sur le long terme, même dans l'hypothèse de demandes en hausse.

<u>Le recyclage de l'uranium et du plutonium produits par le retraitement des combustibles EPR2 usés</u> (option du DMO = mono recyclage)

Les réacteurs EPR2 s'inscrivent dans la stratégie de traitement-recyclage du combustible nucléaire choisie par la France qui permet de recycler les matières valorisables des combustibles usés (uranium et plutonium) et d'optimiser la gestion des déchets ultimes. Cette stratégie est préservée par la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) au moins jusqu'à l'horizon des années 2040. À cet horizon, les procédés et technologies actuellement mis en œuvre dans les usines d'Orano La Hague et Melox sont adaptés ou facilement adaptables au traitement-recyclage des combustibles usés à uranium naturel issus de l'EPR2. Au-delà de 2040, ces installations pourront être prolongées et renouvelées afin d'être adaptées à l'évolution de la taille du parc de réacteurs à servir, intégrant le programme de nouveaux réacteurs, si le modèle du cycle fermé est confirmé. La PPE indique également que des études seront menées en vue du déploiement du multi-recyclage des combustibles nucléaires dans les réacteurs de génération actuelle.
Actuellement, les matières énergétiquement valorisables extraites du combustible usé à base d'uranium naturel enrichi, le plutonium (1 %) et l'uranium (95 %), peuvent être recyclées une fois (mono-recyclage) pour la fabrication de nouveaux combustibles. Le plutonium, mélangé à de l'uranium appauvri, est recyclé sous forme de combustible MOX, et l'uranium peut être recyclé après ré-enrichissement sous forme de combustible URE dont la mise en œuvre est décidée par EDF en fonction des conditions économiques et industrielles.
De la même manière, le plutonium et l'uranium issus du traitement des combustibles usés seront utilisés pour la fabrication de nouveaux combustibles compatibles avec les réacteurs EPR2.
La stratégie de recyclage du plutonium permet de réduire de 10 % les besoins en uranium naturel, et la reprise prochaine du recyclage de l'uranium permettra une réduction de 10 à 15 % supplémentaires et diversifiera plus encore les sources d'approvisionnement en uranium.
En cours d'étude, le multi-recyclage des combustibles usés, qui vise à traiter la totalité des combustibles usés, constitue un scénario d'amélioration pour la réutilisation des matières nucléaires.

<u>L'entreposage des combustibles usés en attente de retraitement ou de stockage</u>

Chaque année, environ 1 200 tonnes de combustibles sont consommées par le parc électronucléaire français. Après un refroidissement dans les piscines des bâtiments combustible des centrales nucléaires, le combustible usé poursuit son refroidissement dans les piscines d'Orano La Hague, avant les opérations de traitement-recyclage.
Dans une option de mono-recyclage, seuls les combustibles MOX usés et à uranium ré-enrichi (URE) usés ne sont pas traités, et ils doivent être entreposés dans l'attente de la mise en œuvre du multi-recyclage sans lequel ces combustibles seraient destinés à un stockage définitif.

Le besoin de nouvelles capacités d'entreposage pour les combustibles usés issus du parc français au cours de la décennie 2030 a été identifié par EDF et entériné par l'Etat et l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) dans le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR). Le projet de piscine d'entreposage centralisé sous eau d'EDF est considéré comme la solution la mieux adaptée aux besoins futurs. Sa localisation au plus près des installations d'Orano La Hague permettra d'optimiser les flux de transports à court et long terme. En parallèle, Orano propose de nouvelles solutions techniques pour gagner jusqu'à 30 % de places supplémentaires dans ses piscines, afin de se prémunir du risque de saturation des capacités d'entreposage existantes à l'horizon 2030. L'ensemble de ces solutions permet d'apporter des solutions opérationnelles pour la gestion des combustibles usés issus des réacteurs EPR2.

La production de déchets radioactifs, en particulier des déchets de haute activité à vie longue et leur stockage

Les déchets ultimes, de moyenne à haute activité à vie longue (MA/HA-VL) proviennent principalement du traitement recyclage des combustibles usés et représentent environ 3 % du volume global des déchets radioactifs. Ils sont conditionnés et entreposés en toute sûreté à Orano la Hague dans des installations spécifiques, en attendant l'ouverture par l'Andra d'un centre de stockage souterrain (projet Cigéo).
Le traitement-recyclage des combustibles usés présente l'avantage de conditionner les déchets ultimes dans une forme sûre et adaptée à leur futur stockage géologique profond sur une longue durée, tout en minimisant leur volume par rapport à un combustible usé non traité.
Quelles que soient les solutions de cycle retenues à terme (mono-recyclage ou multi-recyclage), les quantités de déchets radioactifs qui seront produites dans le cadre de l'exploitation de 6 EPR2 et du traitement-recyclage des combustibles usés sont de l'ordre d'un millier de m^3 pour les déchets MA/HA-VL pour chaque réacteur. Ils n'impacteraient que faiblement les ordres de grandeur de l'inventaire à terminaison actuel du projet Cigéo et ne seraient, donc, pas de nature à déstabiliser les filières de gestion retenues actuellement.

SFEN

Question n° 5 : Quel est l'impact du programme de nouveaux réacteurs sur le cycle du combustible et la gestion des déchets ?

Cette question englobe, au regard des besoins en investissements et en exploitation :

- *• l'approvisionnement en uranium naturel,*
- *• le recyclage de l'uranium et du plutonium produits par le retraitement des combustibles EPR2 usés (option du DMO = mono recyclage),*
- *• l'entreposage des combustibles usés en attente de retraitement ou de stockage,*
- *• la production de déchets radioactifs, en particulier des déchets de haute activité à vie longue et leur stockage.*

Question n° 5

Intitulé de la question : Quel est l'impact du programme de nouveaux réacteurs sur le cycle du combustible et la gestion des déchets ?

Point de vue et argumentation initiale fournie par :Sfen

Performance de l'EPR2 :

L'EPR présente, en comparaison avec les réacteurs du parc actuel, d'un rendement global supérieur de l'installation et notamment du cycle secondaire (meilleure efficacité de la turbine, pression secondaire élevée). Cette performance permet de diminuer la consommation d'uranium naturel pour une même énergie électrique produite.

À cela s'ajoutent les performances des gestions de combustible et les caractéristiques spécifiques de conception de l'EPR, qui y participent à hauteur de 15 % environ. Au total, l'EPR permet un gain de l'ordre de 17 % sur la consommation d'uranium naturel par kWh électrique produit[1], par rapport aux gestions mises en œuvre actuellement sur les tranches 1 300 MW du parc.

Disponibilités des ressources et recyclage :

L'EPR2 est prévu de fonctionner pour une durée de 60 ans, donc environ jusqu'en 2100. Au niveau mondial, 135 ans de minerais ont été identifiés pour un coût inférieur à 260USD/kgU[2], et les ressources estimées sont évaluées, elles, à plus de 250 ans.

Ces chiffres ne prennent pas en compte les stratégies de mono recyclage voir de multi-recyclage qui permettent d'allonger cette durée. Le mono-recyclage permet d'ores et déjà de réduire la consommation des ressources naturelles en uranium et de limiter la hausse de l'inventaire de combustibles usés. Aujourd'hui, 10 % de l'électricité nucléaire française est produite à partir de matières recyclées (MOX). La filière s'est fixé pour objectif de doubler ce taux d'ici 2030, grâce à l'utilisation de MOX et au redémarrage de la filière d'enrichissement de l'uranium de retraitement.

[1] https://www.asn.fr/Media/Files/Rapport-du-CSSIN-sur-le-projet-EPR.pdf

[2] Uranium 2020: Resources, Production and Demand , https://oecd-nea.org/jcms/pl_52718/uranium-2020-resources-production-and-demand… p16

L'EPR2 est conçu pour accueillir du combustible MOX. La PPE de 2020 a précisé la continuité de la stratégie de recyclage du combustible usé jusqu'à 2040. La prochaine PPE devra examiner la poursuite de cette stratégie au-delà.

La stratégie française permet d'absorber le surplus de déchet HAVL :

L'impact de production de déchets radioactifs ne changera pas significativement la stratégie française. La conception de référence de Cigéo (Projet de stockage des déchets radioactif) présente la capacité de pouvoir évoluer afin de prendre en compte les évolutions de la politique énergétique nationale, en particulier en termes d'inventaire de déchets à stocker.[3]

Les déchets produits (Haute activité (HA) et Moyenne Activité - Vie Longue (Ma-VL) ne sont pas de nature à remettre en cause les principes de conception de Cigéo . En termes de volume tous scénarios confondus, le volume de déchets HA et MA-VL produits par 6 EPR2 représenterait au plus de l'ordre de 5 % des déchets générés par les installations nucléaires existantes.[4]

[3] Rapport du gouvernement "Travaux relatifs au nouveau nucléaire" (PPE 2019- 2028 février 2022)

[4] Rapport du gouvernement "Travaux relatifs au nouveau nucléaire" (PPE 2019- 2028 février 2022)

DÉBAT PUBLIC NOUVEAUX RÉACTEURS NUCLÉAIRES ET PROJET PENLY

1ER CYCLE D'ARGUMENTATION

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ÉLÉMENTS À FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Question n° : 6

Intitulé de la question : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux effets du changement climatique est-elle suffisamment réduite ?

Point de vue et argumentation initiale fournie par : **EDF**

Rédaction (4000 caractères maxi) :

Le réacteur EPR2 est conçu pour être résilient au changement climatique sur toute sa durée de fonctionnement d'au moins 60 ans. En effet, sa conception tient compte de l'évolution climatique, particulièrement les températures d'air et d'eau, les niveaux d'eau en bord de mer et les niveaux et débits des fleuves.

Comme les installations EPR2 sont amenées à fonctionner jusqu'à l'horizon 2100, elles sont exposées aux conséquences à long terme du changement climatique. C'est pourquoi le changement climatique a été pris en compte dès la conception pour le programme EPR2.

La prise en compte du changement climatique à la conception de l'EPR2

Les réacteurs EPR2 sont conçus pour être résilients au changement climatique sur toute leur durée de fonctionnement de 60 ans.
La conception tient ainsi compte de l'évolution prévisible des principaux paramètres d'environnement jusqu'à la fin du siècle, avec des marges.
Les données utilisées s'appuient sur les travaux de la veille climatique assurée par EDF (voir organisation page suivante) sur la base de scénarios issus des travaux du GIEC[1].

Les principaux paramètres étant impactés par le changement climatique et pris en compte à la conception sont les suivants, pour lesquels une période de retour de 10 000 ans est systématiquement visée pour les enjeux de sûreté :

- **niveau marin le plus haut** qui est calculé à partir du niveau marin maximal théorique (associé à une marée de coefficient 120) auquel on ajoute une surcote millénale (c'est-à-dire une hausse exceptionnelle du niveau d'eau, associée à des conditions de tempête, qui n'a lieu que tous les 1 000 ans en moyenne), et **une marge de 1 mètre permettant de couvrir l'augmentation potentielle du niveau marin associée au changement climatique** ;
- **niveau d'étiage** (niveau le plus bas atteint par les eaux, pour les sites en bord de fleuve) qui correspond au niveau associé au débit du fleuve qui n'est observé qu'une fois tous les 1000 ans, pénalisé de 15% ;
- **températures chaudes (air et eau)** évaluées sur la base des scénarios climatiques du GIEC.

La logique industrielle retenue pour le projet EPR2 est de définir une conception générique basée sur des valeurs qui couvrent les paramètres définis ci-dessus pour les sites d'implantation possibles en France, en particulier le site de Penly.
Ainsi, les systèmes de prélèvements d'eau nécessaires au refroidissement de l'installation sont conçus sur la base des évaluations du niveau marin maximal pour les sites en bord de mer et sur la base des évaluations du niveau d'étiage pour les sites en bord de rivière. A noter que les sites en bord de rivière sont refroidis par des tours aéroréfrigérantes humides ce qui permet de limiter les prélèvements d'eau. La capacité de refroidissement de ces tours est déterminée sur la base des évaluations de températures d'air et d'eau évoquées ci-dessus. Les sites bord de mer sont refroidis par l'eau de mer, la totalité de l'eau prélevée pour le refroidissement étant restituée à l'environnement.

[1] *Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat.*

Les principaux paramètres impactés par le changement climatique sont donc bien considérés à la conception de l'EPR2 de manière graduée suivant les enjeux : pour la conception des systèmes nécessaires à la démonstration de sûreté (situations accidentelles) et pour la conception des systèmes nécessaires au fonctionnement normal et à la performance de l'installation.

De plus, tous les dix ans, le réexamen périodique de sûreté des réacteurs permet d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables, d'actualiser l'appréciation des risques que l'installation présente, et, le cas échéant, de définir des modifications à apporter à l'installation.

Ainsi, ce processus d'amélioration continue, appliqué aux réacteurs nucléaires existants et qui sera reconduit sur l'EPR2, permet de prendre en compte l'évolution des aléas climatiques depuis la conception.

La démarche de veille climatique à EDF

Pour permettre d'intégrer au mieux les évolutions prévisibles du climat, EDF s'est doté d'un service climatique en 2016. Il assure une veille et analyse des données issues du GIEC et des services climatiques institutionnels comme Météo France, afin d'en tirer les données pertinentes pour les différentes installations de production d'électricité d'EDF.
Pour chaque CNPE, le service climatique réalise des projections régionalisées permettant d'obtenir les évolutions hydroclimatiques à des horizons de temps adaptés aux projets nucléaires, et des projections en climat futur (température de l'eau, de l'air et débit des cours d'eau) au droit des sites en exploitation.
Ces données sont réactualisées tous les cinq ans. Elles permettent de vérifier les évolutions concernant les aléas climatiques, afin de les comparer aux références prises dans les études de sûreté et de les mettre à jour, le cas échéant. L'objectif, in fine, est de s'assurer que les protections contre la canicule, les inondations ou le manque d'eau sont suffisantes.
Pour les études d'impact sur l'environnement, qui sont actualisées tous les dix ans, ce sont les projections hydroclimatiques qui sont prises en compte. Elles permettent d'actualiser les analyses d'incidence sur l'environnement des installations.

La démarche ADAPT

Le projet ADAPT pour « adaptation au dérèglement climatique » est une démarche mise en place depuis 2018. Elle va au-delà du travail d'ingénierie pour tenir compte du caractère évolutif du changement climatique, et surtout de son caractère systémique.
Cette démarche est construite autour de plusieurs enjeux :
– la compréhension des phénomènes climatiques afin de traduire les différents travaux (dont ceux du GIEC) sur les territoires, de challenger les études scientifiques et les méthodes afin de trouver un langage commun qui permette, dès à présent, d'imaginer les futurs possibles ;
– l'évaluation des impacts en s'appuyant notamment sur des territoires de référence, déjà soumis aux conditions climatiques projetées, et en construisant des scénarios extrêmes sur la base de cas d'études grandeur nature. Un exercice est mené pour la centrale de Chooz depuis 2020 par la R&D d'EDF. Les premiers résultats permettent d'avoir une vision de la situation à l'horizon 2050.
Ces travaux ont pour objectifs de mobiliser et d'agir en sensibilisant les territoires à mener des actions collectives en préservant la biodiversité.

DÉBAT PUBLIC
« NOUVEAUX RÉACTEURS NUCLÉAIRES ET PROJET PENLY »

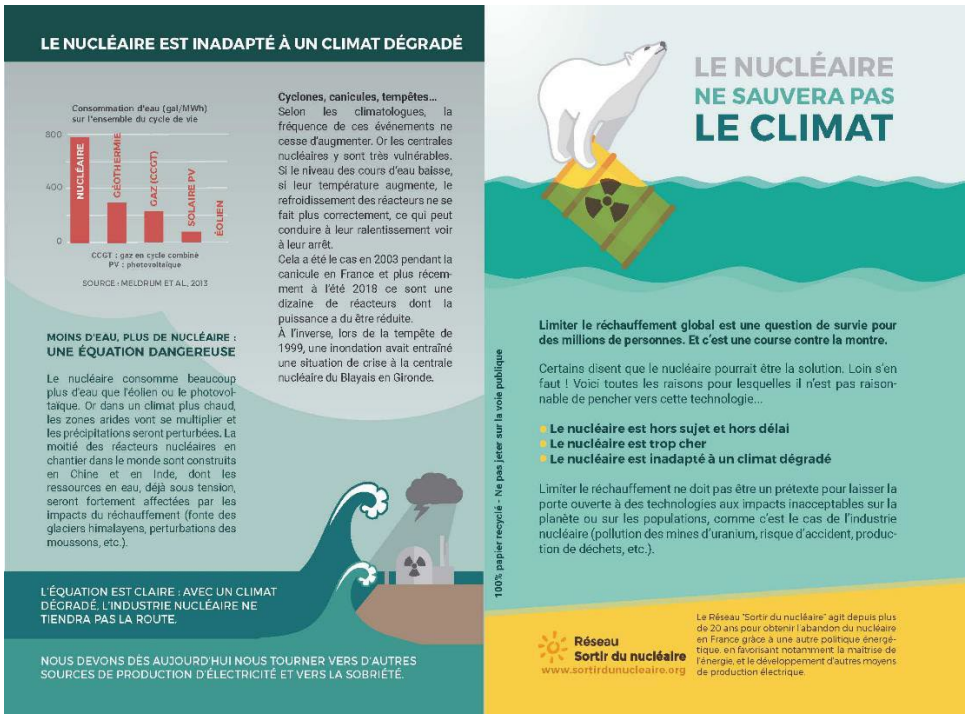
DÉMARCHE DE CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUE

Clarification des controverses techniques

Contribution de France Nature Environnement au 1er cycle d'argumentation

Question n° 6 : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux effets du changement climatique est-elle suffisamment réduite ?

Les stress test requis par la commission européenne comme les évaluations complémentaires de sûreté demandées par François Fillon face au spectacle de la catastrophe nucléaire de Fukushima en 2011 ont donné à voir l'extraordinaire fragilité du parc nucléaire français face aux aléas climatiques et à des défaillances internes. Depuis l'exploitant nucléaire a mis en œuvre un programme de rattrapage sous le contrôle attentif de l'Autorité de sûreté sans que l'on puisse considérer à ce jour que la résilience et les capacités d'adaptation du parc nucléaire aient été nettement accrues. L'été qui vient de s'écouler le rappelle amèrement.



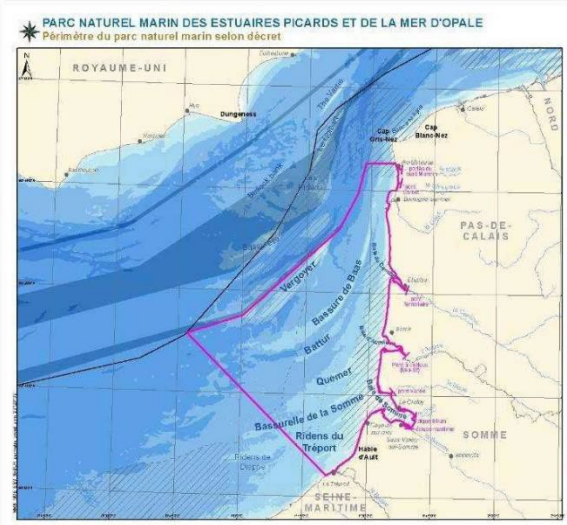
Comme le rappelle cette infographie publiée par le Réseau Sortir du nucléaire ainsi que des publications du Réseau Action Climat, le nucléaire n'est pas une solution technique en capacité de faire face et de s'adapter aux effets du changement climatique.

La nécessaire garantie des approvisionnements en électricité comme en eau s'accorde mal avec la multiplication des aléas météorologiques et l'évolution des milieux.

Ainsi considérons nous que l'EPR2 tout autant que n'importe quel autre modèle de réacteur nucléaire devra être en capacité de faire face à de tels aléas et surtout donné à voir une diminution de ses impacts sur un environnement exposé à une dégradation du climat.

Or il semblerait au vu de la puissance du dit modèle de réacteur que cela soit un vœu pieux. Non seulement les besoins en eau nécessaire à la production d'électricité sont considérables mais l'ampleur des rejets des installations surtout en suivi de charge ne nous semblent pas conformes aux objectifs d'adaptation et de protection de la biodiversité annoncés par l'Etat.

Le choix de Penly ne nous apparaît pas en conséquence opportun au vu de la péjoration du littoral auquel EDF a nettement contribué depuis le chantier de la centrale de Paluel, de l'évolution du trait de côte et surtout de la configuration du site. Penly a en effet été construite sur un polder s'avançant sur la mer aux pieds des falaises sujet aujourd'hui à un ensablement du chenal conséquence de l'anthropisation du littoral seinomarin et à des submersions de plus en plus fréquentes. Les marges sont en effet ici pour le moins modestes face à une élévation tendancielle du niveau de le mer et l'impact des tempêtes fréquentes en Manche Est… au point que l'on puisse s'interroger sur la pérennité de ce site à l'échelle de la durée d'exploitation des EPR2 envisagée par le maitre d'ouvrage.



A moins bien évidemment qu'EDF veuille tester la possibilité de produire de l'électricité nucléaire sur une île exposée à un ensablement constant et aux tempêtes, il ne sous semble pas prudent d'envisager l'aménagement des deux socles laissé vacant dans les années 1980. Une solution plus soutenable consisterait à mettre à l'arrêt les deux réacteurs en exploitation et à opérer leur démantèlement au plus tôt à quelques encablures du parc naturel marin de la Mer d'opale.

Ainsi l'exploitant et l'Etat ferait valoir leur souci pour les milieux et la biodiversité en réduisant des impacts non nuls comme le donnent à voir les inventaires réalisés par la Maison de la Mer de Dieppe.

Mais la mer n'apporte pas que de l'eau et du sable. Dans le contexte de changement climatique et de modification des circulations atmosphériques, le littoral de la Manche Est est exposé de plus en plus souvent à des vents puissants de longues heures durant non sans conséquences sur le réseau de transport d'électricité. Or ce dernier est vital pour un réacteur nucléaire même à l'arrêt fut-il de dernière génération. Quelles mesures sont envisagées pour faire face à une perte d'alimentation électrique externe alors que chacun peut observer la robustesse et de l'efficience des diésels de secours installés par EDF ?

Somme toute nous considérons comme particulièrement incertain de prévoir la construction des réacteurs nucléaires ici dans un environnement en rapide évolution qui expose l'exploitation à un ensemble d'aléas qui peuvent s'avérer fatale tant pour la disponibilité que pour la sûreté des installations.

Or différentes solutions techniques existent pour exploiter l'évolution du climat dans le respect des milieux. Certaines sont déjà à l'œuvre. Il s'agit des parcs éoliens en mer conçus à l'issue d'une longue concertation avec les usagers de la mer et les autres acteurs du territoire. D'autres sont en devenir : les énergies de la mer qui peuvent capter la puissance des flots sans exposer population et environnement à des risques majeurs. D'autres encore sont terrestres et suffisamment maitrisées aujourd'hui pour être mise en œuvre à une large échelle. Toutes se distinguent par une résilience bien plus forte face au changement climatique et la possibilité d'être mise en œuvre bien plus rapidement que des réacteurs nucléaires à l'occasion programme couvrant plusieurs décennies.

Somme toute, France Nature environnement considère que la mise en œuvre de réacteurs nucléaires au milieu du XXIe siècle est un choix pour le moins fragile face aux effets déjà constaté du changement climatique et à son accélération fort probable. Comme le donne à voir les contrôles réalisés par les Autorités de sûreté dans les pays nucléarisés démocratiques, rien ni quiconque ne peut garantir à ce jour la capacité des installations nucléaires à faire face à des aléas climatiques puissants soudains ou durables. Aucune solution technique suffisamment robuste n'existe.

La seule solution pour se prémunir du risque nucléaire n'est donc pas de recourir à une énième génération parée de toutes les vertus mais bien de prendre les décisions qui s'imposent à l'issue de 6 longues décennies d'exploitation intensive de la puissance de l'atome. Il convient de faire les choix qui s'imposent pour ne pas ajouter à la crise climatique que les conséquences d'un accident radiologique majeur et la contrainte de la gestion de substances dangereuses pour l'éternité.

Global Chance – Question 6

La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux effets du changement climatique est-elle suffisamment réduite ?

*

La démarche d'EDF en rapport à la vulnérabilité des réacteurs au bouleversements climatiques consiste à partir de conception actuelle des EPR2, basée sur des références milléniales et à s'appuyer sur une « veille climatique » pour apporter éventuellement les modifications nécessaires. Cette approche est dangereuse, parce que les bouleversements climatiques annoncés par le GIEC à court et moyen terme sont d'une ampleur et d'une vitesse d'apparition très supérieure à toute référence historique et que, de ce fait, les modifications qui s'avèreraient nécessaires seraient très probablement impossibles à réaliser.
La question osée doit donc être étudiée, non pas en référence au « connu » mais en se projetant dans les situations futures présentées par le dernier rapport du GIEC.
Faute de pouvoir examiner tous les aspects de cette vulnérabilité, nous avons concentré cette note sur ce qui nous paraît le plus important :

L'impact des modifications du cycle de l'eau sur les centrales nucléaires.
L'océan couvre 71% de la surface de la Terre, contient environ 97% de l'eau et a absorbé 93% de la hausse globale de la température lie au changement climatique. Les océans et la cryosphère sont interconnectés aux autres composantes du système climatique mondial par le cycle de l'eau, l'échange d'énergie et de carbone. Les réponses projetées de l'océan et de la cryosphère au passé et au présent induites par le réchauffement climatique en cours liés à l'activité de l'homme comprennent des rétroactions climatiques avec des changements majeurs visibles à l'échelle des décennies, voire des millénaires qui ne peuvent être évités et sont irréversibles. Les centrales nucléaires qui sont des machines thermiques qui utilisent l'eau comme moyen de refroidissement seront impactées par ces changements majeurs attendus du cycle de l'eau à l'échelle mondiale. Ces impacts sont de trois types :
Hausse du niveau de la mer : le dernier rapport du GIEC (6ième rapport) estime la hausse du niveau de la mer en France à 0,63 m $\pm$ 0,26 d'ici à 2100 dans le cas du scénario SSP 3-7.0 (scénarios de rivalités régionales), qui fait peser un risque important aux infrastructures localisées sur les côtes. La tempête Martin de décembre 1999 qui a fait frôler la catastrophe à la centrale du Blayais en Gironde par une inondation est une illustration de ce risque pour les centrales nucléaires situées sur le littoral français, notamment celles de Penly et de Gravelines, situées au ras de l'eau. Les calculs du risque d'inondation sont étudiés avec des modèles qui comportent des failles. Les mesures de protection sont notamment établies en fonction de la surcote milléniale, c'est-à-dire une valeur dépassée en moyenne une fois à chaque mille ans. Or, les données enregistrées par les marégraphes offrent généralement des données vieilles de trente ans qui sont extrapolées sur mille ans. Cette représentativité est contestable dans un contexte de changement majeur du climat dans lequel on s'attend à des évènements qui ne se sont jamais encore produits. Toutes les infrastructures construites aujourd'hui sur les côtes sont ainsi menacées.
Hausse de la température des rivières : Les centrales nucléaires doivent être refroidies continuellement pour pouvoir fonctionner en toute sécurité. Elles sont toutefois tenues de respecter des limites réglementaires maximales de température de leurs rejets d'eaux dans les rivières, afin de ne pas mettre en danger la flore et la faune. Pour fonctionner en cas de forte chaleur, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et le ministère de la Transition énergétique doivent accorder une dérogation ou limiter la production des centrales. C'est ce qui s'est passé cet été sur quatre centrales nucléaires. Ces dernières ont ainsi pu relâcher des eaux dépassant les 30°C dans les rivières, quitte à gravement perturber la faune et la flore. Le

problème des rejets d'eau chaude inhérents au fonctionnement des centrales reste entier en période de canicule et de sécheresse. Il devrait aller en s'aggravant notamment pour les EPR2, plus puissants (et donc nécessitant plus d'eau) dont une paire serait construite sur le Rhône, à Tricastin ou au Bugey.

***Baisse des débits des fleuves et rivières* :** D'après RTE, 71% des arrêts des centrales en périodes de sécheresse sont dû à un débit insuffisant des fleuves pour refroidir les centrales. Or le projet Explore 2070, porté par l'Office Français de la Biodiversité, anticipe une baisse du débit moyen annuel des cours d'eau en France à l'horizon 2070 pouvant aller de 10% à 40% avec des évaluations jusqu'à 70% durant les périodes d'été. Les travaux récents de RTE sur les futurs énergétiques s'arrêtent à l'échéance de 2050 et estiment 3% de temps d'arrêts potentiels dus à l'eau à cette échéance. Cette estimation n'est pas pertinente pour les EPR2 qui auraient une durée de fonctionnement jusqu'autour de 2100 et donc une contrainte sur l'eau beaucoup plus élevée. En effet, les changements climatiques et la probable pénurie d'eau associée interviendront surtout sur la seconde moitié du siècle. À ces échéances, l'évolution du débit des fleuves aura un impact majeur pour le secteur nucléaire qui reste en France le premier préleveur d'eau (64% du prélèvement en 2012) et le second secteur consommateur d'eau (22% de la consommation d'eau en 2012) avec, en cas de pénurie lourde, des questions d'arbitrage pour l'usage de l'eau (irrigation, consommation des habitants, des animaux et d'autres industries), voire des discussions difficiles avec les pays voisins (la Suisse pour le Rhône).

S'ajoute la vulnérabilité des centrales aux tempêtes dont on sait qu'elles seront plus violentes et plus fréquentes du fait des bouleversements climatiques : perte du réseau électrique, difficultés d'accès des secours (force d'action rapide d'EDF), rupture de canalisations d'alimentation en eau, inondations…

Pour traiter la question du risque climatique, il faut prendre conscience que tout projet d'infrastructure conçu dans les années 2000 et 2010, doit être maintenant revisité en tenant compte des travaux du GIEC les plus récents, ce que ne fait pas EDF.

Réponses aux questions CNDP

Question n° 6 : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux effets du changement climatique est-elle suffisamment réduite ?

Réponse Greenpeace France

Non, la vulnérabilité des réacteurs nucléaires n'est pas suffisamment réduite face aux effets du dérèglement climatique. Elle est même inadaptée.
Les centrales nucléaires nécessitent en permanence beaucoup d'eau froide pour le refroidissement des cœurs de réacteurs et des combustibles usés stockés dans des piscines. La disponibilité d'eau froide est un facteur critique du bon fonctionnement des centrales nucléaires. Un défaut de refroidissement pouvant entraîner des accidents nucléaires, comme ça a été le cas à Fukushima. La multiplication d'évènements climatiques extrêmes dûs au dérèglement climatique va impacter l'accès à l'eau et, nous l'avons vu cet été, nécessite dores et déjà un arbitrage sur les usages de l'eau dans les différents secteurs. Les vagues de chaleur, qui vont constituer notre avenir, ne sont pas à considérer comme des évènements exceptionnels. Ils sont notre avenir et les dérogations qu'a obtenues EDF cet été pour maintenir la production de réacteurs nucléaires en bord de fleuves ne doivent pas devenir la norme. Le dérèglement du cycle de l'eau engendré par le dérèglement climatique pose la question de l'usage de l'eau et de l'efficacité de nos moyens de production, sachant que les deux tiers de l'électricité nucléaire produite est perdue sous forme de chaleur (pour un tiers seulement converti en électricité). Cette chaleur doit être absorbée par un écosystème déjà submergé par des températures caniculaires.

L'augmentation de la température des cours d'eau et du stress hydrique menace leur bon fonctionnement. En cas de chaleurs extrêmes, faire fonctionner une centrale nucléaire peut devenir dangereux pour l'environnement et pour la sûreté des installations.
Une canicule prolongée associée à une sécheresse peut conduire à une période d'étiage (les cours d'eau sont alors à un niveau minimal et leur débit est plus faible), ce qui entraîne des contraintes d'exploitation.

Des températures élevées peuvent aussi avoir des conséquences sur le fonctionnement des ventilations, des matériels de sûreté, et plus globalement sur les capacités de refroidissement des systèmes de sûreté assurant l'évacuation de la puissance du réacteur.

L'élévation du niveau de la mer augmente le risque d'inondations et d'événements climatiques extrêmes sur les côtes. En France, le niveau de la mer pourrait augmenter d'un mètre d'ici 2100 (GIEC: Rapport sur l'océan et et la cryosphère dans un climat de change, 2019). L'installation de centrales nucléaires en bord de mer va devenir de plus en plus dangereuse et coûteuse à cause des risques de submersion, en même temps que l'installation de centrales nucléaires en bord de fleuve va le devenir en raison des risques de réduction de débit des fleuves, d'assèchement et d'augmentation des températures de l'eau.

Le changement climatique influence la production d'énergie nucléaire de plusieurs manières, y compris :

• L'efficacité des centrales nucléaires diminue avec l'augmentation de la température, car le nombre et la durée des pannes dues au manque d'eau de refroidissement peuvent augmenter;

• Certains sites peuvent devenir moins sûrs, notamment suite à l'élévation du niveau de la

mer;

• La fréquence des événements extrêmes liés au temps et au climat et leur intensité évoluent, avec des conséquences possibles sur les exigences de sécurité.

- L’instabilité géopolitique et l’augmentation des risques de conflits autour des ressources naturelles, les vagues migratoires à venir à cause de la désertification de territoires entiers, l’utilisation de centrales nucléaires comme arme en temps de guerre, comme aujourd’hui à Zaporijjia rendent la construction de nouvelles centrales nucléaires déraisonnable.

La perte d'efficacité des centrales nucléaires et les problèmes de localisation sont principalement associés à des changements climatiques systématiques (par exemple, un réchauffement progressif), tandis que les problèmes de sécurité ont tendance à être liés à des événements extrêmes et à l’instabilité géopolitique. Les changements climatiques progressifs et les événements extrêmes sont liés - l'élévation du niveau de la mer entraîne par ex. B. aussi aux niveaux d'eau extrêmes pendant les tempêtes.

SFEN

Question n° 6 : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux effets du changement climatique est-elle suffisamment réduite ?

Question n° : 6

Intitulé de la question : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux effets du changement climatique est-elle suffisamment réduite ?

Point de vue et argumentation initiale fournie par : Sfen

De manière générale, des réacteurs nucléaires fonctionnent à travers le monde sous des conditions climatiques très différentes. La centrale de Palo Verde, par exemple, située dans le désert de l'Arizona, utilise pour son refroidissement les eaux usées de la ville de Phoenix. La centrale chinoise de Daya Bay, en exploitation depuis près de trente ans en zone tropicale, a quant à elle été conçue pour faire face aux nombreux typhons de la région. Des réacteurs du Canada, de Sibérie ou de pays scandinaves voient régulièrement leur lac ou la mer geler. Ces exemples illustrent que des solutions d'ingénierie existent pour assurer la sûreté dans un vaste éventail de conditions naturelles.

Gestion des eaux (prélèvements et rejets)

Rappelons qu'aujourd'hui, en France, en moyenne les pertes de production nucléaire liées aux contraintes climatiques sont de l'ordre de 0,4 % sur un an et concernent les réacteurs en bord de fleuve et de rivière.

Les réacteurs de Penly et de Gravelines ne présentent pas de risque ni au niveau de leur approvisionnement en eau, ni en terme de réglementation sur les rejets, car ils seront en bord de mer. Des études précises resteront à mener pour le refroidissement de la troisième paire.

Risque de montée du niveau de la mer :

En bord de mer, la principale vulnérabilité serait la montée du niveau de la mer. Selon le Giec le niveau de la mer augmenterait de 0.4 à 1,10 mètre selon les scénarios.

Le DMO Edf a listé les différents mécanismes permettant de réduire cette vulnérabilité (3.4). La conception de l'EPR 2 intègre l'ensemble de ces aléas climatiques en intégrant les évènements exceptionnels et en adaptant le design EPR 2 aux principaux sites. À titre d'exemple une marge d'un mètre est prise en prenant en compte les aléas extrêmes de hausse du niveau de la mer (scénario RCP 8.5 du GIEC). Pour l'ensemble des sites envisagés, le DMO précise qu'il y a aura une redondance supplémentaire avec une source froide indépendante.

Une veille climatique de l'exploitant

Pour limiter les impacts, l'exploitant fait une veille climatique sur l'ensemble de son parc et vise notamment à s'assurer "que les protections contre la canicule, les inondations ou le manque d'eau sont suffisantes." notamment à travers son programme Adapt.

La canicule est prise en compte dans ce programme qui viendra se greffer au "programme grand chaud " d'EDF) ce dernier comprend trois points :

- Le premier vise à cartographier les températures d'air et d'eau à horizons 2020 – 2030 en prenant en compte à la fois le retour d'expérience acquit par EDF depuis une cinquantaine d'années et les modèles de prévision climatique du GIEC.

- Le second point vise à construire un référentiel sûreté « grand chaud » pour permettre aux centrales nucléaires de supporter correctement, et avec les marges nécessaires, les températures extrêmes futures. Cela passe notamment par le changement de tous les groupes frigorifiques qui servent à refroidir l'air.
- Enfin, le troisième point vise à augmenter la performance thermique des aéroréfrigérants qui permettent de refroidir l'eau du condenseur. Il est nécessaire d'améliorer cet échange afin que l'on puisse produire autant de kilowattheures avec moins d'eau. Ainsi EDF rénove complètement les échangeurs qui se trouvent à l'intérieur de ces aéroréfrigérants.

CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUES – 1ER CYCLE D'ARGUMENTATION (ELEMENTS A FOURNIR D'ICI AU 21 SEPTEMBRE)

Question n° : 7

Intitulé de la question : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux **risques sociétaux** (attentats, malveillance) ou **géopolitiques** (guerres) est-elle suffisamment réduite ?

Point de vue et argumentation initiale fournie par : **EDF**

Rédaction (4000 caractères maxi) :

Le réacteur EPR2 a été développé sur la base d'un référentiel articulant de façon intégrée et cohérente l'ensemble des référentiels d'exigences des différents domaines règlementés et notamment les domaines de la sureté et de la sécurité nucléaire (code de l'environnement et code de la défense).
Les options de sureté et les options de sécurité structurantes ont été soumises à l'avis des autorités de contrôle, chacune dans son domaine de compétence (respectivement ASN[1] et SHFDS[2]). Elles ont émis des avis positifs, assortis de demandes d'approfondissement, notamment relatifs à la déclinaison opérationnelle des référentiels, en cours d'intégration dans la conception détaillée.

Le secteur de l'énergie est un des secteurs d'activité d'importance vitale[3] dont le nucléaire civil constitue un sous-secteur. A ce titre les services de l'Etat actualisent périodiquement l'analyse de l'ensemble des risques pour la sécurité nationale liés à cette activité (risques économiques ou pour la souverainement nationale, risques environnementaux notamment). Ces analyses de risques intègrent les interactions entre les différents acteurs (publics et privés, nationaux et internationaux) et domaines. Le nucléaire civil est régi par le code de la défense et la mise en œuvre de la « défense non militaire » (livre III de la partie 1 du code de la défense).
En effet, de par la loi, la défense nationale repose sur des rôles complémentaires de l'État et des « opérateurs d'importance vitale » pour la nation :

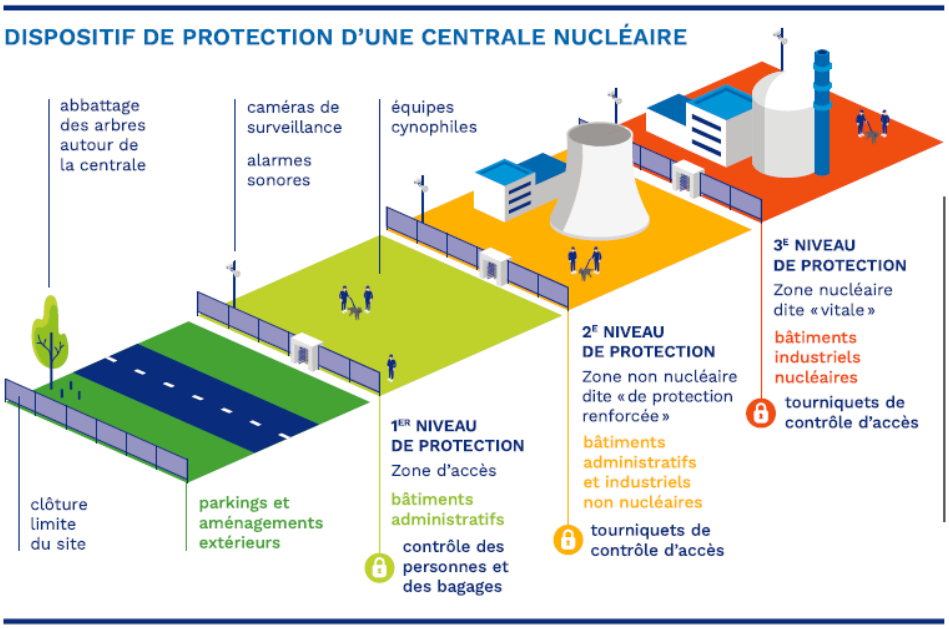
- Les analyses de risques conduisent à identifier les mesures de protection **à mettre en œuvre par l'État** et les prescriptions de protection incombant à l'opérateur notamment le référentiel des menaces (externes et internes) à prendre en compte et les exigences associées. Ces exigences portent notamment sur la protection des populations et de l'environnement, sur la continuité des activités et sur la mise en place d'un dispositif de gestion de crise précisément interfacé avec les dispositions prises par l'Etat.
- Pour répondre aux objectifs de résultats et de moyens qui lui sont assignés par l'Etat, **EDF a développé un système de sécurité nucléaire** dont la conformité aux exigences réglementaires et la performance vis à vis des menaces de référence sont établies pour chaque installation, et périodiquement réévaluées, sous le contrôle des services de l'Etat (démonstration de sécurité). Le schéma page suivante illustre les mesures prises en compte pour renforcer la sécurité autour des centrales nucléaires.

  La protection contre les menaces de référence est une exigence structurante de la conception de l'installation, y compris sous l'angle de son exploitation future.
  Les dispositions de conception retenues pour le projet (y compris celles relatives aux modalités d'exploitation des installations), sont prévues pour s'articuler avec les mesures relevant de l'Etat lui-même.

  Le référentiel des menaces est protégé par le secret de la défense nationale.

  A noter que le référentiel de conception retenu pour le projet intègre bien la prise en compte du risque de chute d'avion.

[1] ASN : Autorité de sûreté nucléaire
[2] SHFDS : Service du haut fonctionnaire de défense
[3] http://www.sgdsn.gouv.fr/uploads/2016/10/plaquette-saiv.pdf



En complément, le projet EPR2, intègre des dispositions de résilience vis-à-vis des scenarii de perte des alimentations électriques ou de perte de la source froide.
Ainsi, en cas de perte d'alimentation électrique externe, en plus des 4 diesels de secours des trains de sûreté (1 diesel par train + 1 diesel supplémentaire en cas de maintenance de l'un des diesels principaux), EPR2 dispose :

- de 7 petits diesels multi-groupes (permettant la prévention de la fusion du cœur en cas de perte des alimentations électriques externes cumulé à une perte de tous les diesels de secours principaux),
- d'un diesel dédié à la gestion des situations avec fusion du cœur.

Ce qui fait un total de 5 diesels de grosse capacité (~ 10 MWe) et de 7 petits diesels (~ 1, 5MWe). Ces différentes lignes de défense sont séparées géographiquement. Ces diesels disposent d'une certaine autonomie en réserve de carburant.

Par ailleurs, en plus de la source froide principale de sûreté (station de pompage en mer sur le site de Penly), EPR2 dispose d'une source froide additionnelle et diversifiée (aéro -réfrigérant), séparée géographiquement de la source froide principale de sûreté, qui permet à la fois le refroidissement du cœur du réacteur et de la piscine d'entreposage du combustible usé mais également le refroidissement du corium dans le cas très hypothétique de fusion du cœur. Cette source froide diversifiée dispose d'une réserve d'eau qui permet une certaine autonomie avant l'intervention de moyens externes pour la remplir.

Enfin, **EDF et les pouvoirs publics ont développé des plans d'urgence indépendamment des dispositions de conception et d'exploitation mis en œuvre** :

- Le **Plan d'Urgence Interne (PUI)**, qui définit les moyens et les modalités de mise en œuvre des actions d'urgence de la responsabilité de l'exploitant pour informer les pouvoirs publics, communiquer, protéger le personnel, le public et l'environnement, et préserver ou rétablir la sûreté de l'installation.
- Le **Plan Particulier d'Intervention (PPI)** dont la mise en œuvre est de la responsabilité du préfet et qui permet de protéger la population.
- Le **Plan particulier de protection (PPP)** qui définit les mesures de protection contre les menaces de la responsabilité de l'opérateur

L'interface avec l'intervention en situation de crise (y compris jusqu'à l'intervention de moyens externes) est prise en compte dès la conception du réacteur EPR2, qu'il s'agisse d'une situation accidentelle avec ou sans fusion du cœur (moyens de connexion notamment).

DÉBAT PUBLIC
« NOUVEAUX RÉACTEURS NUCLÉAIRES ET PROJET PENLY »

DÉMARCHE DE CLARIFICATION DES CONTROVERSES TECHNIQUE

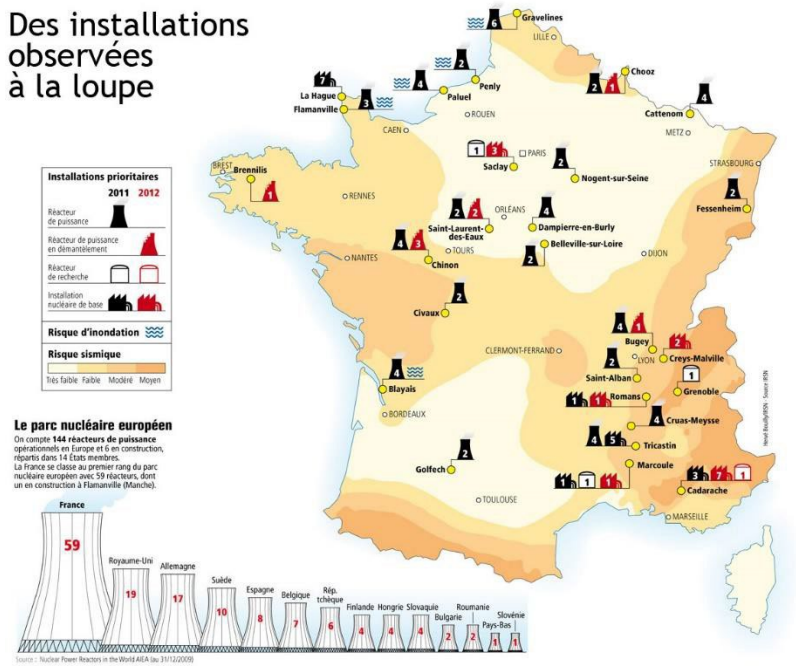
Clarification des controverses techniques

Contribution de France Nature Environnement au 1er cycle d'argumentation

Question n° 7 : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux risques sociétaux (attentats, malveillance) ou géopolitiques (guerres) est-elle suffisamment réduite ?

Remarque : Le risque sismique, au même titre que les risques d'origine naturelle ou humaine autres que ceux mentionnés aux questions 6 et 7, n'a finalement pas été intégré dans les questions : en effet les réacteurs sont dimensionnés pour résister à un séisme majoré de sécurité adapté au site d'implantation et être robuste pour un séisme extrême défini dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté (stress tests).
La façon de déterminer les séismes et de concevoir l'installation sont définis dans des guides de l'ASN. La controverse pourrait porter sur le niveau de ces aléas. Ceci est examiné en détail lors de l'instruction technique des dossiers par l'autorité de sûreté nucléaire, avec l'appui de spécialistes en sismologie, en génie civil et en mécanique.
La démarche est la même pour les autres risques externes, qu'ils soient d'origine naturelle ou humaine. La discussion est individualisée pour chaque site d'implantation. Bien qu'essentielles, ces questions ne sont pas intégrables aisément dans les délais de notre débat public qui concerne l'opportunité d'un programme nucléaire, notamment par la diversité des experts et des situations locales qui seraient concernés.

France Nature environnement s'interroge sur cette remarque qui accompagne la question posée par la Commission particulière du débat public. Le risque sismique est un enjeu réel et sérieux qui met en question la robustesse des installations à Penly et ailleurs. Suffit de consulter le site de l'Autorité de contrôle pour constater l'ampleur des écarts, irrégularités constatées qui demeurent sur les sites nucléaires à l'issue des inspections et autres échanges techniques avec les exploitants. Les stress test mis en œuvre en 2011 par l'ENSREG sous le regard attentif du commissaire européen, Günther Oettinger, le donnaient à voir sans que d'aucuns aient à ce jour la certitude que l'ensemble des problèmes identifiés alors aient été résolus depuis.

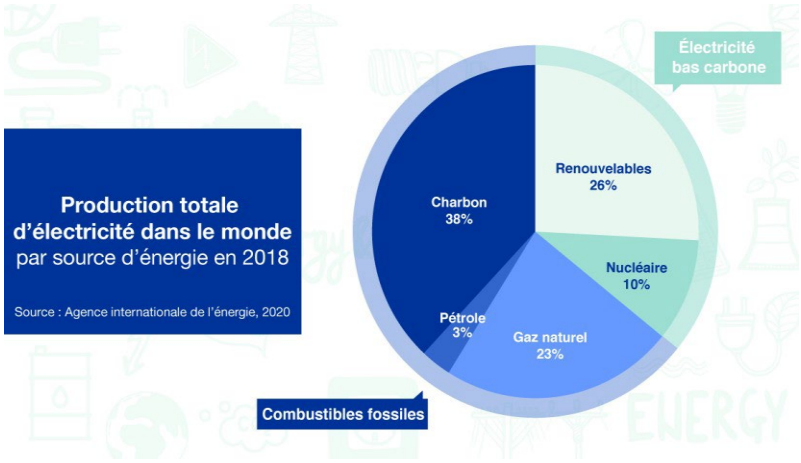


Le séisme du Theil survenu le 11 novembre 2019 a prouvé la nécessité d'une actualisation de la réflexion sur l'ampleur des événements et la capacité des installations nucléaires à y faire face. Tant l'IRSN que le CNRS ainsi que de nombreux experts non-institutionnels n'ont pas ménagé leurs efforts pour comprendre ce qui s'est passé, envisager dans sa globalité ce risque et proposer des solutions pour y faire face.

Il nous apparaît dès lors comme inopportun d'écarter du débat public sur la création de nouvelles INB la poursuite de ce questionnement et des travaux qu'il induit.

Ainsi donc, les réacteurs nucléaires sont des installations vulnérables exposées à des risques naturels qui peuvent impacter leur disponibilité, comme nous l'avons encore constaté cet été, et surtout leur sûreté en atteste les travaux mis en œuvre par EDF au Tricastin sur injonction de l'Autorité de contrôle en 2019.

Nous en déduisons que dans un contexte global de crise écologique, il est pour le moins hasardeux d'initier une relance du programme nucléaire. Trop d'incertitudes pèsent sur la capacité de l'exploitant de garantir une production électronucléaire en particulier flexible au vu de la multiplication des aléas météorologiques en particulier sur le littoral normand et ailleurs. Le caractère massif des installations nucléaires pourrait aboutir à l'inverse de l'objectif visé, à savoir une défaillance majeure qui impacte l'ensemble du réseau pouvant entrainer un blackout tant redouté, alors qu'un ensemble de moyens de production décentralisés peut s'avérer plus résilient.



Ainsi il apparaît que quels que soient les efforts de la filière nucléaire, cette énergie reste marginale à l'échelle internationale, représentant tout au plus 10% du mixe électrique et moins de 5% du mixe énergétique à en croire les chiffres clefs de l'énergie publiés par le Ministère de la transition écologique. Données irréfutables qui peuvent amener à considérer que pour le plus grand nombre le nucléaire n'est ni une opportunité ni une solution…

En effet trop de risques et de vulnérabilités sont inhérents à cette technologie. Le premier d'entre eux est humain au regard de l'incidence des erreurs humaines sur la conduite, l'exploitation et la maintenance des installations. Le second est sociétal pour reprendre les mots de la commission particulière du débat public alors que la situation à la centrale de Zaporijia est « intenable » à en croire l'AIEA. Cela pourrait même être pire en France au vu des efforts des exploitants pour bunkeriser les différentes piscines d'entreposage dans les CNPE comme à La Hague. Cela pourrait même être catastrophique avec l'EPR2 _ pour ce que nous en savons _ au vu de la conception des bâtiments réacteurs proposée par le maitre d'ouvrage. Si toutes les installations nucléaires sont fragiles, des EPR2 pourraient représenter des cibles de choix pour des agresseurs potentiels alors que chacun est en droit d'attendre un surcroit de sécurité comme l'a donné à voir la commission d'enquête parlementaire conduite par Barbara Pompili en 2018.

Nous ne pouvons donc que nous interroger sur la volonté de de mettre en œuvre de nouvelles installations dans un contexte internationale de plus en plus troublé alors que la portée, la léthalité et la furtivité de biens des armements ne cessent de s'accroitre. A quoi cela sert-il donc de construire de nouvelles cibles prioritaires sur un territoire de taille dérisoire à l'échelle de la planète comme la France alors que le fameux Plan nation de réponse présenté en 2014 par le SGDSN amène à douter de notre capacité collective à faire face à un accident nucléaire majeur ?

Jamais la construction de réacteurs nucléaires n'a été aussi problématique qu'aujourd'hui à une époque où aucune puissance n'a la capacité de garantir la paix dans le monde et que le rêve de sécurité collective s'est affaibli au fil des ans. Osons protéger notre pays dans ce monde incertain et renonçons à un risque dont le coup pour la collectivité est infini comme le rappelle l'IRSN.

Global Chance – Question 7

La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux risques sociétaux (attentats, malveillance) ou géopolitiques (guerres) est-elle suffisamment réduite ?

*

Nous devons nous projeter non seulement sur un programme de réacteurs qui démarreraient sur la période 2035-2050, pour fonctionner 60 ans, mais aussi sur l'ensemble des activités industrielles du combustible et des déchets radioactifs.

Les réacteurs

- *Attaque frontale* du réacteur par bombe, missile, ou avion gros porteur détruisant l'enceinte de confinement. Le degré de vulnérabilité est lié à la force de l'agression et surtout à la résistance de l'enceinte de confinement. A titre d'exemple, l'enceinte de confinement en béton armé des réacteurs de la centrale de Zaporijia est beaucoup plus épaisse que celle des réacteurs EPR et, a fortiori, celle des EPR2 (voir la réponse à la question 3).

- *Perte de refroidissement* : que le réacteur soit en fonctionnement ou à l'arrêt, le cœur doit être refroidi, ce qui nécessite une alimentation en eau et en électricité.

La perte d'électricité peut provenir de la conjugaison de la perte du réseau électrique (sabotage, bombardement ou artillerie), du non fonctionnement des diesels de secours (panne, sabotage interne, manque de carburant, notamment par destruction des cuves de carburant par sabotage ou bombardement). La fourniture d'eau de refroidissement peut être empêchée par l'endommagement des tuyauteries d'apport par les mêmes agressions.

- *Destruction des protections contre l'inondation* par brèches dans les protections naturelles, digues ou barrages (exemples vécus aux centrales du Blayais et du Tricastin en France, sans agression malveillante).

- *Cyber-attaque sur le contrôle commande du réacteur* conduisant à l'impossibilité de piloter le réacteur, notamment sur le fonctionnement des barres de contrôle et les systèmes de refroidissement normal ou de secours. Les cyber-attaques contre des installations nucléaires sont loin d'être une fiction : en 2010 déjà, les centrifugeuses d'une usine iranienne d'enrichissement d'uranium ont été victimes d'un *malware*[1], tout comme la centrale nucléaire indienne de Kudankulam en 2019.

- *Affaiblissement ou défection du personnel* de maintenance et, ou d'exploitation du fait d'une crise majeure à l'extérieur : grève générale ou mouvements populaires majeurs, crise sanitaire majeure, accident majeur sur le territoire avec évacuation de la population, conflit armé.

- *Sabotage interne* par une personne infiltrée dans les personnels de maintenance ou d'exploitation.

- *Chantage* exercé sur un membre du personnel d'exploitation ou de maintenance susceptible de pouvoir provoquer un accident.

Les industries du combustible

Les vulnérabilités sont de même nature mais très nettement réduites dans le cas où le retraitement des combustibles irradiés serait supprimé.

En effet, l'usine de retraitement de La Hague et ses « piscines » d'entreposage des combustibles irradiés est un site de risque majeur car celles-ci ne sont pas bunkérisées et très vulnérables aux attaques extérieures, notamment aériennes (avion ou drone). Il en est de même pour les entreposages de plutonium (80 tonnes fin 2021), les transports de plutonium et

[1] Malware est un terme générique utilisé pour désigner une variété de logiciels hostiles ou intrusifs.

les usines de fabrication du combustible MOX et, de façon générale, les transports de matières radioactives et leurs différents entreposages.

Les déchets radioactifs

Tous les sites d'entreposage de déchets radioactifs sont des vulnérabilités mais celle-ci est majeure avec le projet Cigéo qui, s'il était mis en œuvre, verrait sa construction et son exploitation se poursuivre pendant au moins un siècle avec en permanence, les transports de déchets à vie longue de haute et moyenne activité, une installation de surface pour les accueillir et les conditionner, des installations en profondeur nécessitant des ventilations permanentes à partir de la surface propices à tout sabotage ou attaque du type que nous avons décrites.

Réponses aux questions CNDP

Question n° 7 : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux risques sociétaux (attentats, malveillance) ou géopolitiques (guerres) est-elle suffisamment réduite ?

Remarque : Le risque sismique, au même titre que les risques d'origine naturelle ou humaine autres que ceux mentionnés aux questions 6 et 7, n'a finalement pas été intégré dans les questions : en effet les réacteurs sont dimensionnés pour résister à un séisme majoré de sécurité adapté au site d'implantation et être robuste pour un séisme extrême défini dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté (stress tests).

La façon de déterminer les séismes et de concevoir l'installation sont définis dans des guides de l'ASN. La controverse pourrait porter sur le niveau de ces aléas. Ceci est examiné en détail lors de l'instruction technique des dossiers par l'autorité de sûreté nucléaire, avec l'appui de spécialistes en sismologie, en génie civil et en mécanique.

La démarche est la même pour les autres risques externes, qu'ils soient d'origine naturelle ou humaine. La discussion est individualisée pour chaque site d'implantation. Bien qu'essentielles, ces questions ne sont pas intégrables aisément dans les délais de notre débat public qui concerne l'opportunité d'un programme nucléaire, notamment par la diversité des experts et des situations locales qui seraient concernés.

Réponse Greenpeace France :

Les centrales nucléaires sont exposées à plusieurs risques

De par leur conception, les centrales nucléaires disposent d'un certain degré de protection contre d'éventuelles attaques terroristes, par exemple par des murs extérieurs relativement épais et par des systèmes de sécurité divers et redondants.

Mais toutes les centrales nucléaires ne peuvent pas être suffisamment protégées contre des attaques aussi massives que les attentats du 11 septembre 2001 à New York. Une attaque terroriste contre une centrale nucléaire peut déclencher un accident grave avec un impact significatif sur la population.

Menace d'un crash d'avion ciblé

Les accidents d'avion accidentels sont pris en compte dans la conception des réacteurs depuis plusieurs décennies. Cependant, seuls des accidents impliquant de petites embarcations de plaisance et/ou des aéronefs militaires sont pris en considération.

Menace d'initiés

Mener ou soutenir un attentat terroriste par des auteurs internes est un enjeu majeur pour les centrales nucléaires. Ce problème est devenu un enjeu majeur dans les discussions internationales spécialisées au cours des dernières années.

Les tests de fiabilité réglementent la vérification des personnes qui travaillent dans les installations nucléaires. Ceux-ci rendent plus difficile l'infiltration de personnes malveillantes dans les centrales nucléaires, mais ils ne l'empêchent pas complètement.

Menace de cyberattaque

Des cas ont récemment été connus dans lesquels des virus informatiques ont été introduits

de l'extérieur et même intégrés aux systèmes informatiques des installations nucléaires. Grâce à des changements de programme ciblés, il est fondamentalement possible de modifier les équipements de contrôle et de régulation des centrales nucléaires de manière à empêcher un refroidissement adéquat du cœur du réacteur.

Il existe également un risque que des documents secrets provenant de centrales nucléaires soient piratés. Ceci est particulièrement pertinent pour les systèmes où la protection p.ex. contre l'accident d'avion est basée sur le "Secret" au lieu d'une conception structurelle adéquate (par exemple des murs extérieurs épais).

Comme l'a noté WENRA dans une déclaration datée du 10 août, aucune centrale nucléaire n'a jamais été conçue pour prendre en compte les dommages potentiels dus à la guerre dans sa démonstration de sécurité. Cela soulève des questions fondamentales sur la conception et la sécurité des centrales nucléaires existantes et nouvelles.

SFEN

Question n° 7 : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux risques sociétaux (attentats, malveillance) ou géopolitiques (guerres) est-elle suffisamment réduite ?

Remarque : Le risque sismique, au même titre que les risques d'origine naturelle ou humaine autres que ceux mentionnés aux questions 6 et 7, n'a finalement pas été intégré dans les questions : en effet les réacteurs sont dimensionnés pour résister à un séisme majoré de sécurité adapté au site d'implantation et être robuste pour un séisme extrême défini dans le cadre des évaluations complémentaires de sûreté (stress tests).
La façon de déterminer les séismes et de concevoir l'installation sont définis dans des guides de l'ASN. La controverse pourrait porter sur le niveau de ces aléas. Ceci est examiné en détail lors de l'instruction technique des dossiers par l'autorité de sûreté nucléaire, avec l'appui de spécialistes en sismologie, en génie civil et en mécanique.
La démarche est la même pour les autres risques externes, qu'ils soient d'origine naturelle ou humaine. La discussion est individualisée pour chaque site d'implantation. Bien qu'essentielles, ces questions ne sont pas intégrables aisément dans les délais de notre débat public qui concerne l'opportunité d'un programme nucléaire, notamment par la diversité des experts et des situations locales qui seraient concernés.

https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/Les-centrales-nucleaires/reacteur-epr/Pages/2-Amelioration-surete-reacteur-EPR-Flamanville.aspx#.YygRnqQ680E

Question n° : 7

Intitulé de la question : La vulnérabilité des réacteurs nucléaires prévus au programme face aux risques sociétaux (attentats, malveillance) ou géopolitiques (guerres) est-elle suffisamment réduite ?

Point de vue et argumentation initiale fournie par : Sfen

L'IRSN estime que la liste des agressions externes extrêmes naturelles retenue par EDF est satisfaisante. [1] Par ailleurs l'IRSN dans un avis de janvier 2018, [2] a estimé que les options de conception retenues étaient de nature à garantir un niveau de sûreté pour l'EPR NM (ancien nom d'EPR 2) au moins équivalent à celui de l'EPR de Flamanville.

Sécurité des installations

Les installations nucléaires disposent de moyens de protection physique (clôtures, vidéosurveillance, systèmes d'alarme, gardes armés) qui permettent d'arrêter ou de freiner les intrus et de les identifier rapidement. Les centrales de production d'électricité sont surveillées par plus de 800 membres d'une unité spécialisée, le PSPG formé par le GIGN.

La sécurité des installations nucléaires civiles repose aussi sur de nombreux moyens directement sous l'autorité de l'Etat : renseignement, défense aérienne, moyens d'interception hors site. De nombreux exercices et contrôles sont effectués chaque année par les services de l'Etat.

La confidentialité est de mise en matière de protection contre les actes malveillants, afin de ne pas dévoiler les dispositifs de protection.

Un organisme national, le Cossen, a été créé en 2017 pour assurer le contrôle et le suivi administratif de toute personne accédant aux installations et activités nucléaires.

[1] Avis/IRSN N° 2018-000013
[2] https://www.irsn.fr/FR/Actualites_presse/Actualites/Pages/20190718_Projet-Reacteur-EPR-Nouveau-Modele-EPR-2-Avis-IRSN-Options-de-surete.aspx#.Yyg3mnZBxD8

Concernant le risque de guerre (cf. situation en Ukraine), on rappellera que les centrales nucléaires sont protégées comme les barrages et les digues par le Protocole additionnel aux Conventions de Genève du 12 août 1949 relatif à la protection des victimes des conflits armés internationaux (Protocole I), 8 juin 1977. D'une manière générale, l'intégrité du territoire, et la protection de nos intérêts vitaux, sont aujourd'hui garantie par la stratégie de défense française (incl. la dissuasion nucléaire).

Redondance des moyens de sûreté.

En cas d'atteinte à l'intégrité de la centrale. Des redondances peuvent prendre le relais pour le refroidissement du cœur du réacteur. Les diesels d'ultime secours viennent compléter un système de matériels et systèmes de secours déjà existants et redondants. Parmi les alimentations électriques, on trouve deux alimentations de secours. Ces deux puissants groupes électrogènes de secours à moteur diesel, capables de fournir de l'électricité aux systèmes de sûreté en cas de non-fonctionnement des alimentations électriques.

Si toutes les redondances échouent, un récupérateur de corium est prévu afin de récupérer le cœur en fusion permettant de conserver la radioactivité au sein de l'enceinte de confinement.

En cas de situation accidentelle la Force d'action rapide nucléaire (FARN) qui, composée de personnels dédiés et de moyens mobiles, peut intervenir sur un site en situation accidentel et reprendre le contrôle sous 24 heures.