

...le rapport d'information

# NUCLÉAIRE ET HYDROGÈNE : L'URGENCE D'AGIR

Par Daniel Gremillet, Jean-Pierre Moga et Jean-Jacques Michau



Déplacement de la  
commission sur le chantier  
de l'EPR de Flamanville  
(11 juillet 2022)

Alors que la guerre russe en Ukraine met à l'épreuve notre système électrique, la commission a adopté 10 propositions pour relancer l'énergie nucléaire et promouvoir l'hydrogène bas-carbone. Convaincue de l'intérêt de maintenir un mix majoritairement nucléaire d'ici 2050, tout en renforçant les énergies renouvelables et la sobriété énergétique, la commission regrette la lenteur et le manque d'ambition et de cohérence avec lesquels le Gouvernement s'est jusqu'à présent saisi du sujet et appelle à agir urgemment en mettant en œuvre ses propositions.

## 1. UNE FILIÈRE NUCLÉAIRE AFFAIBLIE À UN MOMENT ESSENTIEL

### A. UN SYSTÈME ÉLECTRIQUE EN RISQUE DE RUPTURE

Si le nucléaire a été dynamique, avec la mise en service de 58 réacteurs dans les années 1970-1980, il a connu un ralentissement, avec l'arrêt de 2 réacteurs, la construction de 1 seul réacteur et l'abandon de 1 projet, dans les années 2010. Faute d'une politique cohérente et d'investissement suffisants, cette énergie est en déclin. Jusqu'en 2022, le Gouvernement a entendu fermer 14 réacteurs. En stoppant la centrale de Fessenheim en 2020, il a privé la France d'une puissance de 1,8 GW. De plus, il n'a pas lancé de nouveaux réacteurs. La dernière autorisation remonte à 2007 pour l'EPR de Flamanville. Enfin, il a rabaissé la R&D. Entre 2017 et 2021, le budget du CEA a baissé de 70 M€. Pire, le projet Astrid a été arrêté en 2019, alors que des pays asiatiques ont continué d'investir...

Dans ce contexte, plusieurs événements affaiblissent notre système électrique. D'une part, on constate une faible disponibilité du parc nucléaire national. Cela s'explique par la densité du programme du Grand Carénage, le retard du chantier de l'EPR de Flamanville, l'impact de la crise de la Covid-19 sur le programme d'« arrêts de tranches » et le phénomène de « corrosion sous contrainte ». Mi-mai, 30 réacteurs ont été mis à l'arrêt, dont 12 pour ce phénomène, selon l'ASN. Ainsi, EDF a évalué sa production à 280-300 TWh pour 2022, en baisse de 15 % par rapport aux prévisions initiales. D'autre part, on assiste à une flambée des prix européenne. D'abord tirée par la reprise de l'économie mondiale, au sortir de la crise de la Covid-19, cette flambée est maintenant due à la guerre russe en Ukraine, où circulent 2 gazoducs. Née sur le marché gazier, elle se répercute sur celui de l'électricité, en raison du principe du coût marginal, qui lie les prix des énergies. Pour y remédier, le 8 mars 2022, la Commission européenne a présenté le Plan *RePowerEU*, qui prévoit une sortie de la totalité des importations russes de charbon, d'ici août et de 90 % de celles de pétrole, d'ici décembre. S'agissant du gaz, la Russie pourrait cesser totalement ses livraisons cet hiver.

Face à cette situation, des coupures ne sont plus à exclure en cas de froid. Tout d'abord, l'efficacité du système électrique est érodée, avec des indisponibilités, des importations et des prix élevés. En 2021, on a dénombré 18,4 GW d'indisponibilités (contre 17,8 en 2019), 78 jours d'importation (contre 25) et un prix de 190,2 €/MWh (contre 39,5). La situation pourrait être pire en 2022, les prix ayant atteint 3 000 €, le 4 avril, en raison du froid. En outre, l'équilibre du système électrique est éprouvé, avec des risques pour la sécurité d'approvisionnement. RTE a placé la France sous vigilance particulière jusqu'en 2024 ; excluant tout *black-out*, il a identifié comme probable à certain « le recours à des moyens post-marché » dont « des coupures » en cas « de vague de froid, de situation de très faible production éolienne ou de forte dégradation du parc de production ».

**À plus long terme, l'énergie nucléaire fait face à des perspectives très complexes.** Cette énergie est indispensable pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Le GIEC la fait figurer parmi ses options d'atténuation, tandis que l'AIE envisage son doublement. Rien que pour réaliser le Paquet Ajustement à l'objectif 55, la Commission européenne anticipe une multiplication par 2 de la production d'électricité. Or, le parc fait face à un double défi, selon RTE : d'une part, la consommation d'électricité pourrait croître jusqu'à 90 %, en cas de réindustrialisation ; d'autre part, les réacteurs actuels devraient tous arriver en fin de vie, avec un « effet falaise », de 400 TWh, à compter de 2040. Par ailleurs, le renouvellement du parc est limité par des délais incompressibles et les capacités industrielles. Pour RTE, « seule une décision politique sur la construction de nouveaux réacteurs au cours de l'année 2022 ou 2023 permettrait de disposer de nouvelles tranches à l'horizon 2035 ». Enfin, la situation financière d'EDF est tendue. Grevé d'une dette de 43 Mds€, le groupe a perdu 18,1 Mds€ avec le phénomène de « corrosion sous contrainte » et 10,2 Mds€ avec le « bouclier tarifaire ». Or, il doit financer de lourds investissements, dont le Grand Carénage, 65 Mds€ sur 2014-2028, et les chantiers des EPR, 88,7 Mds€ pour Flamanville 3, Hinkley Point C et les 6 nouveaux.

## B. DES LEVIERS DE DÉCARBONATION MASSIFS

**L'atteinte de la neutralité carbone est un enjeu d'intérêt national.** Pour les rapporteurs, l'énergie nucléaire, et l'hydrogène bas-carbone en étant issu, ne doivent donc pas être opposés aux énergies renouvelables, car l'enjeu est *in fine* de maximiser la décarbonation du système électrique. De plus, la sobriété énergétique doit être activement promue.

**L'énergie nucléaire est une source d'énergie décarbonée à soutenir.** C'est un levier de souveraineté énergétique, avec 61,4 GW de capacités et 360,7 TWh de production. C'est un levier de transition énergétique, ses émissions ne dépassant pas 6 grammes de CO<sub>2</sub> par kWh. C'est un levier de compétitivité économique, avec 3 200 entreprises et 220 000 emplois. C'est enfin un levier de rayonnement européen, la France étant le 1<sup>er</sup> exportateur d'électricité, avec un solde de 43,1 TWh.

**L'hydrogène bas-carbone est un vecteur énergétique d'avenir à promouvoir.** Il est indispensable pour remplacer les énergies fossiles, dans l'industrie ou la mobilité, ou stocker l'électricité. Dans ce contexte, la stratégie française prévoit 6,5 GW de capacités d'électrolyseurs d'ici 2030 et celle européenne 40 GW. Un projet important d'intérêt européen commun (PIIEC) soutient en outre 15 entreprises françaises dans ce domaine.

**Lors du discours de Belfort, du 10 février 2022, l'Exécutif a annoncé la prolongation des réacteurs actuels au-delà de 50 ans, la construction de 6 EPR et l'étude de 8 autres.** De plus, il a confirmé un soutien budgétaire au nucléaire – dont un SMR – et à l'hydrogène, prévu dans les Plans de relance et d'investissement. **Ces annonces, tardives et insuffisantes, doivent être précisées, appliquées et amplifiées. Les rapporteurs jugent crucial de construire plus d'EPR et de SMR que ceux lancés, de les construire plus vite et surtout de les assortir de moyens budgétaires et humains.**

Pourquoi soutenir l'énergie nucléaire ?		
Un levier de décarbonation émettant moins de <b>6 grammes de CO<sub>2</sub>/kWh</b> .	Un groupe EDF en difficulté avec des <b>pertes de 18,1 Mds€</b> liées au phénomène de « corrosion sous contrainte » et de <b>10,2 Mds€</b> liées au « bouclier tarifaire »	Une production de <b>400 TWh</b> d'énergie décarbonée à renouveler, compte tenu d'un « effet falaise » <b>d'ici 2040</b>

## 2. 10 PROPOSITIONS POUR RELANCER L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE ET PROMOUVOIR L'HYDROGÈNE BAS-CARBONE

### A. POUR UN NUCLÉAIRE ATTRACTIF, AU CENTRE DE LA DÉCARBONATION

Pour concrétiser la relance du nucléaire, **les rapporteurs plaident pour le replacer au cœur de planification énergétique.** Tout d'abord, ils proposent de remplacer l'objectif de réduction à **50 % de l'énergie nucléaire d'ici 2035 par un objectif de maintien à plus de 50 % d'ici 2050.** De plus, ils suggèrent d'introduire des objectifs de décarbonation de l'électricité (100 %), d'utilisation

de matières recyclées (20 %), et de déploiement d'électrolyseurs (6,5 GW) d'ici 2030. Ils souhaitent aussi sanctuariser dans cette planification les projets de R&D (EPR2, SMR, ITER, réacteurs de 4<sup>e</sup> génération, PIIEC hydrogène). Enfin, **ils attendent du Gouvernement la révision immédiate de la PPE, qui prévoit toujours la fermeture des réacteurs nucléaires !**

**De plus, les rapporteurs appellent à faire aboutir la relance du nucléaire. Pour eux, le scénario « N03 » de RTE, qui prévoit un mix majoritairement nucléaire d'ici 2050, est un minimum à atteindre. La construction de 14 EPR et de 4 GW de SMR, proposée dans ce scénario, doit donc être consacrée dans la loi quinquennale.** De plus, le plafonnement des autorisations nucléaires à 63,2 GW, aujourd'hui révolu, doit être abrogé. Pour autant, les rapporteurs sont conscients des limites de ce scénario : d'une part, la prolongation envisagée des réacteurs au-delà de 60 ans n'est pas acquise sur le plan de la sûreté ; d'autre part, la consommation d'électricité pourrait croître davantage (+ 107 TWh dans l'hypothèse de réindustrialisation, + 109 TWh dans la variante hydrogène). Selon RTE, jusqu'à 3 EPR supplémentaires (soit 5 GW) pourraient être nécessaires si cette prolongation n'était pas possible et 9 autres (soit 15 GW) en cas de réindustrialisation. Compte tenu de ces incertitudes, **les rapporteurs souhaitent que le Gouvernement remette une étude sur la construction éventuelle de ces autres EPR d'ici la loi quinquennale.** Quel que soit le scénario retenu, ils veulent que les enjeux de sûreté et de sécurité soient bien pris en compte en amont, pour rétablir la « *marge* » attendue par l'ASN. **De plus, ils plaident pour que les meilleurs standards environnementaux soient appliqués aux nouveaux réacteurs, par le biais d'un plan d'actions.**

**En outre, les rapporteurs appellent à financer la relance du nucléaire.** Sur les financements privés, la « taxonomie verte européenne » assimile l'énergie nucléaire à une énergie de transition, et non durable, présente des délais contraignants, et n'intègre pas les activités du cycle ou de maintenance : **ces verrous doivent être levés.** Sur les financements publics, le groupe EDF ne peut financer seul la construction de nouveaux réacteurs ; **le Gouvernement doit présenter un modèle de financement robuste, prévoyant un appui substantiel de l'État, dès la loi quinquennale.** Dans l'immédiat, **les crédits consacrés à l'énergie nucléaire doivent être relevés,** car ils ne représentent que 0,4 % du Plan de relance et 3,3 % de celui d'investissement. **Il en est de même des budgets des opérateurs de recherche (CEA, CNRS, ANR, ITER...).** Enfin, l'énergie nucléaire et l'hydrogène bas-carbone peuvent être mieux intégrés à certains dispositifs de soutien (« bac à sable » réglementaire, contrat d'expérimentation et certificats d'économies d'énergie).

**Autre prérequis, les rapporteurs souhaitent mobiliser les pouvoirs publics sur la question de la formation, de la simplification et de la territorialisation.** D'une part, **un chantier de simplification des procédures est attendu.** Il faut accélérer la construction des réacteurs, et notamment les phases préalables, en laissant inchangés les règles de sûreté et de sécurité, le droit de l'environnement et les compétences locales. D'autre part, **un plan d'attractivité des métiers et des compétences est crucial.** Pour ce faire, il faut replacer la science et la technologie au cœur de la politique éducative et favoriser la mixité et la diversité. **Un objectif d'au moins 30 000 emplois, nécessaires à la construction des 6 EPR, mérite d'être consacré.** Au-delà, le Gouvernement doit remettre une étude sur les besoins en formation induits par la relance complète du nucléaire, dès la loi quinquennale. Enfin, **un dialogue territorial est attendu :** les consultations préalables à la construction des 6 EPR et à la révision de la planification énergétique doivent être accélérées ; un appel à manifestation d'intérêt national, à l'attention des collectivités volontaires, doit être lancé sur les autres projets ; enfin, le site de Fessenheim doit être soutenu, en résolvant les difficultés liées au Fonds national de garantie individuelle des ressources (FNGIR), en réalisant les projets de reconversion dont le technocentre et en répondant aux demandes locales formulées dans le cadre de la relance du nucléaire.

## **B. POUR UN NUCLÉAIRE PLUS DISPONIBLE, ACCESSIBLE ET SÛR**

**Dans un contexte critique, les rapporteurs estiment nécessaire de garantir la sécurité d'approvisionnement et de réduire la dépendance extérieure.** Le Gouvernement doit soutenir le groupe EDF dans la résolution des difficultés actuelles du parc nucléaire. Il doit aussi présenter un plan d'actions pour assurer la sécurité d'approvisionnement cet hiver et les suivants. À cette fin, l'énergie nucléaire et l'hydrogène bas-carbone doivent être valorisés par les plans national (Plan de résilience) et européen (Plan *RePowerEU*) visant à sortir des hydrocarbures russes. Parce que ces énergie et vecteur nécessitent des métaux et matières critiques importés, y compris en provenance de Russie, **une stratégie formelle de sécurisation doit être adoptée,** pour diversifier leurs sources, instituer des réserves, promouvoir une extraction ou une production nationale ou européenne ou développer des substituts. Le cas échéant, les contrôles de l'État peuvent être étendus sur ce point.

**De plus, les rapporteurs jugent crucial de maintenir une énergie compétitive et accessible pour les consommateurs, tout en veillant à la soutenabilité des fournisseurs.** À l'échelle nationale, l'impact du « bouclier tarifaire » sur les consommateurs (dont les particuliers, les entreprises et les collectivités non éligibles aux tarifs réglementés et les industries écono-intensives) et les fournisseurs (à commencer par EDF) doit être évalué. De plus, **la répercussion par les fournisseurs du relèvement de l'Arenh vers les consommateurs doit être contrôlée.** À l'échelle européenne, **le marché européen de l'électricité appelle à être réformé, avec une révision du principe du coût marginal.** Une neutralité technologique doit aussi être garantie à l'énergie nucléaire et à l'hydrogène bas-carbone sur le plan fiscal (Paquet Ajustement 55).

**En outre, les rapporteurs appellent à dimensionner la sûreté et la sécurité nucléaires.** De nouveaux risques peuvent être mieux intégrés : **la résilience au changement climatique, composante de la sûreté, et la cyber-résilience, composante de la sécurité.** Une sélection en amont des sites des nouveaux réacteurs et l'institution de plans d'adaptation pour ceux existants peuvent permettre de répondre au premier défi. Les moyens des opérateurs de la sûreté nucléaire (ASN, IRSN, CLI) appellent à être consolidés, tandis qu'une culture de la sûreté et de la sécurité nucléaires doit être promue. De plus, l'effort de l'AIEA pour superviser les installations ukrainiennes et, au-delà, protéger par des conventions les installations nucléaires civiles, doit être appuyé.

### **C. POUR UN NUCLÉAIRE PLUS DIVERS, INNOVANT ET PROPRE**

**Les rapporteurs estiment indispensable de saisir l'occasion de la relance du nucléaire pour promouvoir l'hydrogène bas-carbone, aux côtés de celui renouvelable.** À cette fin, il faut faire fonctionner les électrolyseurs à basse température à partir du réseau (à court terme) et développer des électrolyseurs à haute température pour coupler la production nucléaire avec celle d'hydrogène (à long terme). Pour y parvenir, à l'échelon européen, une neutralité technologique doit être garantie à l'hydrogène bas-carbone sur le plan des objectifs et des infrastructures (Paquet Ajustement 55) et des contrats de long terme peuvent être institués, dans le cadre de la réforme du marché de l'électricité. À l'échelon national, **il faut compléter les dispositifs de soutien, en accélérant l'application de celui attendu, en bouclant le financement des PIIEC, à hauteur de 1,6 Md€, en pérennisant les appels à projets de l'Ademe et en autorisant les collectivités volontaires à soutenir les projets au-delà de 5 % de leurs recettes.** Enfin, il faut compléter la planification territoriale, en donnant un rôle actif à la CRE et facultatif aux AODE, et en permettant une mutualisation des projets sur des bassins de vie.

**Autre impératif, les rapporteurs jugent nécessaire de poursuivre les travaux sur la fermeture du cycle du combustible usé.** Le Gouvernement doit soutenir le groupe Orano dans la résolution des difficultés actuelles des installations. **Il doit aussi proposer une solution au devenir des usines de retraitement-recyclage,** qui arriveront à leur 50<sup>e</sup> décennie de fonctionnement en 2040, **dès la loi quinquennale.** D'ici cette loi, il doit examiner l'impact de la relance complète du nucléaire sur le cycle du combustible. **La relance du nucléaire doit être accompagnée d'une stratégie de retraitement-recyclage,** en étendant ou en réutilisant les combustibles recyclés (MOX et URE) (à court terme), en passant au multi-recyclage (à moyen terme) et en développant des réacteurs de 4<sup>e</sup> génération comme le projet Astrid (à long terme). Un crédit d'impôt sur les technologies de multi-recyclage peut y contribuer. Sur le stockage des déchets, **il faut consolider les moyens de l'Andra, pour favoriser la filière, dont le projet de stockage géologique profond Cigéo.** L'appel d'offres en cours sur les déchets doit mettre l'accent sur la complémentarité, et non l'opposition, entre les différentes technologies. Même en l'absence d'arrêt de réacteurs, il faut enfin maintenir des compétences démantèlement-assainissement pour les besoins domestiques futurs ou étrangers immédiats.

**Enfin, les rapporteurs estiment crucial de favoriser la recherche et l'innovation nucléaires.** Tout d'abord, **une gouvernance commune peut être instituée entre industriels et chercheurs.** Plus encore, la recherche sur le vieillissement du parc doit être promue. Au total, la recherche sur la diversification de l'énergie nucléaire doit être encouragée, sur le plan des usages (qui vont au-delà de l'électricité mais comprennent la chaleur ou l'hydrogène) et des puissances (qui sont plus petites). Trois projets du CEA doivent être menés à bien : le SMR Nuward, l'électrolyseur à haute température Genvia et le multi-recyclage. **Les réacteurs de 4<sup>e</sup> génération,** notamment à neutrons rapides ou à sels fondus, **ne doivent pas être oubliés.** La fusion doit elle aussi être favorisée, **le projet ITER ne devant pas être affecté par la guerre russe en Ukraine.** Toutes les technologies innovantes nécessitent donc d'être soutenues, dans le cadre de l'appel d'offres sur les réacteurs en cours.



## LES PROPOSITIONS

1. Replacer l'énergie nucléaire au cœur de la planification énergétique nationale
2. Faire aboutir la relance de l'énergie nucléaire, pour prévenir l' « effet falaise » à compter de 2040
3. Financer la relance de l'énergie nucléaire, en mobilisant les financements publics comme privés
4. Mobiliser les pouvoirs publics sur la question de la formation, de la simplification et de la territorialisation
5. Garantir la sécurité d'approvisionnement et réduire la dépendance extérieure, face à la crise énergétique née de la guerre russe en Ukraine
6. Maintenir une énergie compétitive et accessible pour les consommateurs, tout en veillant à la soutenabilité des fournisseurs
7. Dimensionner la sûreté et la sécurité nucléaires, en prévenant notamment les nouveaux risques climatiques et numériques
8. Saisir l'occasion de la relance de l'énergie nucléaire pour favoriser une production massive d'hydrogène bas-carbone, aux côtés de l'hydrogène renouvelable
9. Poursuivre les travaux en faveur de la fermeture du cycle du combustible usé
10. Soutenir la recherche et l'innovation nucléaires

## POUR EN SAVOIR +

- Le rapport sur la sécurité d'approvisionnement de février 2022
- Le rapport sur le volet « Énergie » du Paquet Ajustement à l'objectif 55 de mars 2022
- La vidéo du déplacement à l'EPR de Flamanville de juillet 2022



**Sophie Primas**

Présidente  
Sénateur  
des Yvelines  
(Les Républicains)



**Daniel Gremillet**

Rapporteur  
Sénateur  
des Vosges  
(Les Républicains)



**Jean-Pierre Moga**

Rapporteur  
Sénateur  
de Lot-et-Garonne  
(Union centriste)



**Jean-Jacques Michau**

Rapporteur  
Sénateur de l'Ariège  
(Socialiste, écologiste  
et républicain)

COMMISSION DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES

[http://www.senat.fr/commission/affaires\\_economiques/index.html](http://www.senat.fr/commission/affaires_economiques/index.html)

Téléphone : 01.42.34.23.20

