GOUVERNEMENT
Liberté
Égalité
Fraternité

Concertation nationale sur l'énergie et le climat

CAHIER D'ACTEUR

N° 254

Sfen
Faire avancer le nucléaire

La Sfen est une association scientifique et technique à but non lucratif, qui rassemble 4 000 professionnels, ingénieurs, techniciens, chimistes, médecins, professeurs, et étudiants, des sites industriels et des organismes de recherche nucléaire français. La Sfen est un lieu d'échange pour celles et ceux qui s'intéressent à l'énergie nucléaire et à ses applications. Sa raison d'être est « Permettre aux esprits curieux de partager et de se faire des idées nouvelles sur le nucléaire ». Elle est membre fondateur de l'European Nuclear Society (ENS).

Contact :
Sfen 103 rue Réaumur, Paris 2ème

Tel : +33 1 53 58 32 23

Sfen@sfen.org

www.sfen.org

Le point de vue de la Société française d'énergie nucléaire (Sfen)

EN BREF

La Sfen se félicite que la France se dote d'un véritable plan de relance du nucléaire, comprenant à la fois l'exploitation de son parc nucléaire dans la durée, la construction de nouveaux réacteurs de forte puissance en renouvellement du parc actuel, le développement de petits réacteurs innovants et la progression dans l'économie circulaire. Pour nous, la priorité de la transition énergétique est bien la sortie des énergies fossiles grâce au développement du nucléaire, des énergies renouvelables, de l'efficacité et de la sobriété énergétiques.

La Sfen se félicite que les projections chiffrées utilisées dans les documents s'appuient sur une démarche scientifique (simulations). Nous saluons l'avancée que représente cette consultation, même si nous regrettons l'absence du vote au Parlement de textes législatifs inscrivant cette relance dans la durée. Les cycles industriels du nucléaire sont de plusieurs décennies, au-delà de l'horizon de la PPE.

Nos remarques portent sur trois exigences. D'abord celle de l'accélération de l'électrification des usages et du déploiement des réseaux de chaleur. Ensuite, celle d'un cadre adapté au nouveau cycle d'investissements dans le nucléaire. Enfin, celle d'un soutien à l'innovation et à l'économie circulaire.

1. Accélérer l'électrification des usages et le développement des réseaux de chaleur bas carbone

La Sfen soutient l'objectif ambitieux d'une croissance de 50 % (700 TWh) de la consommation électrique d'ici 2035, nécessaire pour l'atteinte des objectifs de décarbonation, ainsi qu'un triplement (90 TWh) de la capacité de livraison des réseaux de chaleur et de froid. Il existe deux incertitudes. En premier lieu, la France risque d'être en retard sur son objectif de capacité d'électrolyse installée (6,5 GW en 2035). L'électrolyse ne représente toujours que 1% de la capacité de production d'hydrogène en 2023. En second lieu, les besoins en électricité décarbonée (au pas horaire) liés au développement de l'intelligence artificielle (IA) pourraient être sous-estimés, au vu des annonces américaines récentes et du rapport Draghi[1], qui identifie l'IA comme une priorité stratégique pour l'Europe.

Concernant l'électrification des usages, nous nous inquiétons de la stagnation en 2024 à 20 % de la part des véhicules électrifiés dans les immatriculations (Avere) ainsi que du recul ces derniers mois des ventes de pompes à chaleur (Afpac). Dans un contexte de contraintes financières pour les collectivités comme pour les particuliers, nous recommandons pour soutenir ces marchés de : poursuivre le déploiement territorial des bornes électriques (encore près de 20 % en Ile-de-France selon l'Avere), accélérer l'électrification des flottes d'entreprises (avec le développement consécutif de l'offre d'occasion), et ne pas retarder, lors des rénovations de logements, l'adoption de la pompe à chaleur au profit d'autres gestes (Eden).

La Sfen alerte sur :

- **La nécessité d'une fiscalité de l'énergie cohérente avec leurs émissions de gaz à effet de serre** : l'accise du fioul domestique (le mode de chauffage le plus polluant) est de 15,62 €/MWh en contenu énergétique[2], l'accise du gaz fossile est de 16,37 €/MWh, contre 32 €/MWh pour l'électricité bas carbone dans le projet en discussion pour 2025.

- **L'impératif de prioriser l'usage des ressources biomasses limitées sur des usages où il n'existe pas d'alternative de décarbonation**. Ce n'est le cas aujourd'hui par exemple ni des bus (objectif de 30% de biogaz en 2025 SLC) qui sont électrifiables, ni de la production d'électricité (cf projet de conversion de la centrale à charbon de Saint-Avold).

- **L'exigence de neutralité technologique dans les réglementations sur la chaleur et l'hydrogène bas carbone au niveau français et européen**. Si la PPE-3 encourage la contribution des futurs petits réacteurs innovants à la production de chaleur bas carbone, la SNBC-3 ne mentionne, à l'horizon 2050 que la production de chaleur renouvelable et de récupération de manière exclusive.

- L'intérêt **d'identifier, avec les collectivités territoriales concernées, quels sites et procédés industriels polluants pourraient, en fonction de leurs besoins combinés en électricité, en chaleur, et en hydrogène,** bénéficier du développement de petits réacteurs innovants, en complément d'autres technologies.

2. Garantir un cadre adapté au nouveau cycle d'investissements dans le socle de production nucléaire

Le nucléaire commence, après la phase des années 70-90, un nouveau cycle d'investissement dans des réacteurs de dernière génération et les usines du cycle. Plusieurs études[3] montrent qu'un socle nucléaire significatif permet de limiter l'augmentation des coûts système liés à la variabilité des renouvelables.

La Sfen se félicite tout d'abord de l'abandon du projet de fermeture de centrales nucléaires de la PPE-2. Nous soutenons l'ambition managériale d'EDF de 400TWh à 2035 (pour 2024, EDF atteindra déjà une production

[1] The future of European competitiveness – A competitiveness strategy for Europe - 2024

[2] Connaissance des Énergies. *Prix du fioul : vers une hausse des taxes ?.*Consulté le 16 décembre 2024.

[3] RTE 2021, Compass lexecon 2024

de 358 à 364 TWh). L'exploitation des réacteurs au-delà de 50 ans, voire au-delà de 60 ans, sous réserve de l'autorisation de l'autorité de sûreté, ainsi que l'augmentation de leur puissance, sont les mesures les plus compétitives pour augmenter la production d'électricité bas carbone[4]. L'essentiel des coûts d'investissements initiaux est en effet déjà amorti.

Les projets de nouvelles constructions qui nous engagent sur le long terme doivent être clairement inscrits dans la SNBC-3 et la PPE-3 pour donner de la visibilité à la filière, sachant que tous ces grands projets comportent, à différents niveaux, des jalons encore à franchir (études, choix d'options) avant la décision finale d'investissement. Il s'agit d'inscrire :

- **Une trajectoire de 25 GW de nouvelles capacités nucléaires** à l'horizon 2050 dans la SBNC ;
- **La construction cadencée de 14 EPR2 (PPE),** correspondant au rythme industriel d'un réacteur par an en moyenne à partir de 2035, correspondant au nouveau dimensionnement pour la France des usines Framatome en Bourgogne.
- **Un programme de petits réacteurs pour servir les hubs énergétiques** (électricité, chaleur, hydrogène) territoriaux ;
- **Le renouvellement des usines de l'aval du combustible.**

Les grands cycles d'investissement dans les différentes énergies bas carbone se succèdent et nécessitent des soutiens adaptés. Les énergies renouvelables (solaire, puis éolien) ont été fortement soutenues dans la phase de développement initial (2010-2020). Elles sont désormais matures et « dans le marché ». Le nucléaire, qui commence un nouveau cycle d'investissement, a besoin d'un soutien comparable à celui que l'Etat a engagé auprès des filières renouvelables. Le projet de PPE-3 estime que les **dépenses annuelles de soutien aux renouvelables vont atteindre les 10Mds€/an vers 2027-2029** (scénario de prix haut) et pourraient dépasser les 12Mds€/an au début de la décennie 2030 (scénario de prix bas)[5]. L'industrie nucléaire est de son côté engagée dans un cycle d'investissements importants qui sont nécessaires pour décarboner l'économie française de manière efficiente. Or, le financement de ces investissements est pour le moment entièrement porté par les industriels : EDF a déjà engagé 3 milliards d'euros sur ses fonds propres[6] pour les projets EPR2, alors que le gouvernement britannique a annoncé en septembre 2024 financer pour 5,5Mds£ le développement des deux EPR de Sizewell C.

Un soutien public sera nécessaire pour :

- **Le financement des nouvelles usines du cycle** : Orano n'est pas en mesure d'engager sur ses fonds propres les dépenses pour les études et les chantiers des futures usines de l'aval du cycle.

- **Le financement des constructions neuves** : le coût de production des futurs EPR2 est très sensible au coût de financement. Un soutien public sera nécessaire, au regard de la triple défaillance de marché auquel fait face ce projet : insuffisance des marchés de capitaux pour financer ces investissements, risque d'instabilité politique et réglementaire, et insuffisance de signaux de prix de long terme sur les marchés de l'électricité. Le schéma financier devra optimiser le partage des risques entre l'Etat et EDF, et pourrait s'inspirer de celui de Dukovany 5 en République tchèque, déjà approuvé par la Commission européenne.

La Sfen alerte sur deux risques importants sur le fonctionnement du marché de l'électricité, principale source de revenus de la filière nucléaire, dans les années qui viennent :

- **Risque de déséquilibre offre/demande** : fixer une ambition de consommation élevée en 2025, tout en investissant massivement dans le développement de l'offre fait apparaitre un risque de baisse des prix sur les marchés de gros. Si les renouvelables ont leurs revenus protégés par des tarifs d'achats garantis, ce ne sera pas le cas du nucléaire qui vend sa production dans le

[4] IEA & NEA, Projected Costs of Generating Electricity (2020)
[5] PPE-3 pages 161 et 162
[6] Public Sénat 11/04/24

marché. Un niveau durable bas des prix de gros peut fragiliser la capacité d'investissement d'EDF et augmenter les charges au budget de l'Etat.

- **Multiplication des prix négatifs** : selon la CRE (26/11/2024) les prix négatifs sur le marché de gros, qui avaient représenté 147 heures en 2023 (1,7% du temps) se sont multiplié au premier semestre 2024 (soit 5,4% du temps). Là encore ceci n'impacte que le nucléaire. La CRE suggère d'inciter, dans les contrats à venir et dans certains contrats déjà signés (par amendement), certaines installations à interrompre leur production lors des heures à prix négatif.

3. Soutenir les investissements permettant de positionner la France comme leader mondial en matière d'innovation et d'économie circulaire

La PPE-3 et la SNBC-3 doivent acter les décisions de poursuivre la stratégie de traitement-recyclage au-delà de 2040 et de renouveler les usines de l'aval du cycle, en cohérence avec les annonces des ministres de l'Economie et de l'Industrie lors de leur venue sur le site de La Hague en mars 2024. Cette stratégie est indispensable pour continuer à progresser dans l'économie circulaire, gérer de manière durable la ressource uranium et optimiser le conditionnement des déchets ultimes. Ces futures usines (une usine de Mox pour les années 2040 et au-delà et une usine de traitement-recyclage à l'horizon 2045-2050) auront vocation à être en service jusqu'au siècle prochain. La PPE-3 doit compléter ces décisions stratégiques pour la filière nucléaire en fixant pour 2026 le jalon du choix des scénarios industriels les plus adaptés et les modalités de financement (incluant le partage des risques avec l'Etat).

La France doit **poursuivre son soutien au développement des technologies nucléaires de rupture** (SMR/AMR), y compris celles à moindre maturité, avec un support adapté. Le Haut-commissaire à l'énergie atomique a déclaré : « *Nous avons aujourd'hui un panel de technologies unique au monde, de la fission en spectre thermique à la fusion nucléaire, le tout avec une grande variété de combustibles, utilisant du plutonium notamment, ce qui nous distingue des États-Unis* »[7]. Le programme France 2030 doit permettre l'arrivée, dans la décennie 2030, de solutions de production de chaleur bas carbone, indispensables dans un contexte de ressources biomasses limitées. Il permet d'attirer de nombreux talents vers le nucléaire, avec des cultures organisationnelles propres à l'innovation de rupture. Les petits réacteurs permettront de reconstruire les compétences, le tissu industriel et le savoir-faire en combustibles avancés dans les technologies de neutrons rapides, nécessaires à terme pour la fermeture du cycle. Le programme permet enfin à la France de développer et valoriser des briques technologiques dans les programmes étrangers, en particulier aux Etats-Unis.

La France devra, au regard de ce que font les Etats-Unis, assurer elle-même - ou assurer le leadership de consortia internationaux visant à - l'engagement de la construction de premiers prototypes à l'horizon 2030 (premier béton) sur plusieurs filières avec :

- **Au moins deux petites centrales (SMR) à eau pressurisée calogènes** (ou en cogénération) soit un engagement de série (mobilisation du tissu industriel), l'une sur site nucléaire existant, l'autre sur un site nouveau.

- **Le lancement en parallèle de deux démonstrateurs** : le premier sur une technologie de rupture mais mature, proche d'une tête de série, le second sous la forme d'un prototype expérimental utilisant une technologie moins mature, mais prometteuse.

La Sfen soutient l'inscription dans la PPE-3 d'un programme d'investissement sur les infrastructures de recherche (réacteurs d'irradiation, laboratoires chauds, maquettes critiques). **Nous alertons en effet que, si la moitié des pays de l'UE indiquent vouloir relancer le nucléaire**, la plupart des installations de recherche datent des années 1960/1970, et plusieurs ont été récemment mises à l'arrêt en Europe comme Osiris (2015, France), BER-II (2019, Allemagne), BR2 (Belgique, 2015), Halden (Norvège, 2018). **De nouvelles installations expérimentales, financées à l'échelle nationale et européenne, seront indispensables pour développer de nouvelles technologies et matériaux** (sels fondus) et de nouveaux usages (chaleur), sans risque de dépendance vis-à-vis des réacteurs de recherche russes.

[7] Les lauréats de France 2030 auditionnés par le Haut Commissariat à l'énergie atomique - RGN