

# Le nouveau nucléaire doit faire partie du plan de relance de l'économie française

## Introduction

Alors que la première urgence reste **la gestion de la crise sanitaire du coronavirus et la réussite du déconfinement**, le redémarrage de l'économie sévèrement touchée est également un enjeu national majeur. Dans la crise, la filière nucléaire a nourri (via ses représentants, le CSFN<sup>1</sup> et le GIFEN<sup>2</sup>) un dialogue continu avec le gouvernement. L'objectif était d'abord **d'assurer la continuité du service public d'approvisionnement en électricité**, vital tant pour alimenter les hôpitaux et les communications des services d'urgence, que pour permettre le télétravail de millions de Français et la fourniture de services essentiels. Il s'agissait aussi de garantir, au sein de la filière même, la **sécurité au travail des salariés, et la santé économique des nombreuses petites entreprises du secteur**.

Après le coup d'arrêt brutal du confinement, l'économie doit repartir **et l'Etat prépare un ambitieux plan de relance**. De nombreux économistes<sup>3,4</sup>, plusieurs grandes institutions (Banque Mondiale<sup>5</sup>, Agence Internationale de l'Énergie) et comités d'experts (Haut Conseil pour le Climat<sup>6</sup>), ont commencé à alimenter les réflexions sur **les critères que doivent respecter ces plans de relance**, dont les objectifs sont de limiter les conséquences économiques et sociales de la crise, mais aussi de préparer le « monde d'après ». **Si ce « monde d'après » veut mettre en avant la conciliation de l'économie et du climat, le nucléaire doit y tenir une place de premier plan.**

Troisième filière industrielle nationale, ancrée dans les territoires et exportatrice, **l'industrie nucléaire est un des moteurs de la relance**. C'est particulièrement vrai du programme de maintenance et d'investissement d'EDF pour la prolongation du parc nucléaire, dit « Grand carénage », qui représente,

---

<sup>1</sup> CSFN : Comité stratégique de la filière nucléaire

<sup>2</sup> GIFEN : Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire

<sup>3</sup> Penser l'après : la reconstruction plutôt que la reprise. P.Criqui et S. Treyer, The Conversation – 24 Avril 2020

<sup>4</sup> Après la crise, le temps de la monnaie verte. Th. Piketty, Le Monde - 9 mai 2020

<sup>5</sup> Planning for the economic recovery from COVID-19: a sustainability checklist for policymakers Stephen Hammer and Stephane Hallegatte - 14 Avril 2020

<sup>6</sup> Climat, santé : mieux prévenir, mieux guérir : accélérer la transition juste pour renforcer notre résilience aux risques sanitaires et climatiques, Haut conseil pour le climat - Avril 2020

avec quatre milliards<sup>7</sup> d'euros par an, une source essentielle d'activité pour la filière avec 1 000 entreprises prestataires. La filière a aussi en projet, dans le cadre du contrat de filière signé début 2019 plusieurs projets d'investissement déjà avancés en particulier dans le domaine du numérique (ex : plateforme de filière dans le cadre du GIFEN), de la formation et des compétences (ex : Université du nucléaire).

Au-delà des investissements sur le parc, la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) 2019-2024 a mis en place un programme de travail destiné à instruire, d'ici mi-2021, l'option de construire de nouveaux réacteurs nucléaires. Ces nouvelles constructions sont destinées à renouveler progressivement une partie du parc nucléaire actuel à partir de 2030 et à sécuriser un socle d'approvisionnement d'électricité pilotable et bas carbone, aux côtés des renouvelables, à l'horizon 2050<sup>8</sup>. Décidés aujourd'hui, ces investissements contribueraient, de façon significative, dès maintenant et pendant plusieurs années, à la croissance et à l'emploi.

Le présent avis de la SFEN est le fruit des premières réflexions de sa section « Economie et stratégie énergétique » sur **la contribution de ce programme de constructions neuves dans le plan de relance**. Dans le secteur de l'électricité où les investissements sont les clefs du long terme, la réponse du Président américain Franklin Roosevelt à la crise de 1929 est porteuse d'enseignement dans la mesure où le New Deal " *cherchait à piloter ensemble trois horizons d'action : l'intervention d'urgence, la relance, et un profond changement dans le projet de société (relief, recovery, reform)* "<sup>9</sup>. Cet avis se concentre sur les deux derniers objectifs : relance et transformation.

## Résumé

La décision de lancement du programme cadencé de construction de 6 EPR serait un outil efficace de relance pour l'économie française. Ses effets seraient sensibles dès 2021 en cohérence avec les objectifs stratégiques de long terme.

1. La construction d'un EPR, infrastructure stratégique, créerait de nombreux emplois à court terme au sein de la chaîne industrielle, avec une part des entreprises françaises estimée à plus de 80 %. Il contribuerait à amortir les effets de la crise d'autres secteurs sur le tissu industriel. Il permettrait de consolider les compétences de la filière, à un moment charnière pour l'industrie avec la mise en service des premiers EPR, sources de nombreux enseignements, et d'enclencher les effets de série nécessaires pour assurer la compétitivité du nouveau nucléaire français. Le nouveau nucléaire, avec un des plus faibles taux d'importation, aurait aussi un fort effet d'entraînement sur le reste de l'économie (en France, chaque euro investi dans le nucléaire génère 2,5 euros dans le reste de l'économie) et plus particulièrement dans les territoires d'accueil. Le programme a déjà franchi plusieurs étapes clefs, pour permettre une décision mi-2021.

---

<sup>7</sup> EDF - Résultats financiers 2019. Les 4 milliards se répartissent en 3 milliards de maintenance courante et 1 milliard de grands travaux de rénovation - Source : note SFEN sur les coûts de production du parc nucléaire Septembre 2018

<sup>8</sup> Note SFEN « Quand faut-il décider d'un renouvellement du parc nucléaire ? » - Avril 2019

<sup>9</sup> Penser l'après : la reconstruction plutôt que la reprise. P.Criqui et S. Treyer, The Conversation – 24 Avril 2020

2. Dans le débat qui s'engage sur le « monde d'après » le choc du coronavirus, l'énergie nucléaire coche trois cases essentielles : elle est un des contributeurs clefs à la réalisation des objectifs climatiques, elle est indispensable pour garantir la résilience de notre système électrique à des chocs futurs, enfin elle est le socle de nos souverainetés énergétique et industrielle. Au-delà, l'industrie nucléaire sera l'alliée des politiques de réindustrialisation, en apportant à la fois de l'électricité bas carbone compétitive aux usines 4.0, ainsi que ses technologies et ses savoirs faire au service de l'innovation industrielle.

La communauté nucléaire est prête à se mobiliser pour participer à l'effort de relance économique et contribuer à la transformation de notre société.

## **1. Le lancement d'un programme de constructions de nouveaux réacteurs nucléaires serait un outil efficace de relance économique et sociale dès 2021**

**Préambule : les infrastructures stratégiques ont été au cœur des plans de relance dans l'histoire ; le nucléaire doit jouer ce rôle aujourd'hui.**

L'investissement dans les infrastructures a été une des composantes clefs des plans de relance dès leur origine. Ainsi le New Deal<sup>10</sup> du Président Roosevelt incluait la création en 1933 de la Tennessee Valley Authority (TVA) : de nombreux barrages hydroélectriques furent construits sur le fleuve dans les années 1930 et 1940. À la fin de la guerre, la TVA était le premier producteur d'électricité du pays, alimentant entre autres des usines de production d'aluminium (électrolyse), et contribuant au développement de la région (plus de 1 000 km de voies navigables avaient été aménagées sur le Tennessee, les forêts avaient été replantées, et les méthodes de culture améliorées). Il en fut de même du plan Marshall en Europe après la Seconde Guerre mondiale. Autre exemple, en France, la construction des barrages hydro-électriques ont initié les « Trente Glorieuses ».

Lors du plan de relance après la crise financière de 2008, l'Etat français<sup>11</sup> a investi 700 millions d'euros dans des infrastructures de transport bas carbone et de rénovation énergétique, et 400 millions d'euros dans des programmes routiers (rénovation et nouveaux).

**Le parc nucléaire fait partie des grandes infrastructures stratégiques du pays.** Le parc de 57 réacteurs en exploitation, répartis sur 19 sites, produit une électricité bas carbone disponible à la demande 24h/24. Le parc nucléaire garantit l'approvisionnement des zones urbaines (plus des trois quarts de la population française) et de plus de 250 clients industriels, représentant 530 sites, qui sont directement raccordés au réseau de transport d'électricité (RTE). En fournissant une électricité stable et à prix modéré, il contribue à la compétitivité de l'industrie française. Il faut rappeler aussi enfin que son impact environnemental est minime au regard de l'énergie produite (75 % de l'électricité d'un grand

---

<sup>10</sup> Wikipédia - Nom donné par le Président Franklin Delano Roosevelt à sa politique interventionniste mise en place pour lutter contre les effets de la Grande dépression aux États-Unis.

<sup>11</sup> Q. Perrier- Vers un plan de relance ? Tirons les leçons de 2008, I4CE - Avril 2020

pays développé), qu'il s'agisse de CO2, de rejets, de nuisances sonores ou visuelles, de consommation de matières premières ou d'occupation des espaces naturels.

La construction de nouveaux réacteurs entre pleinement dans cette dynamique de relance par les infrastructures suggérée par de nombreux instituts, dont l'I4CE<sup>12</sup>. **Le programme à l'étude comprend la construction cadencée d'une série de six EPR**, trois paires sur trois sites successifs, correspondant au renouvellement d'une capacité de production de 10GW, soit 15 % du parc français actuel. A ce jour, les régions Normandie (site de Penly), Hauts de France (site de Gravelines) et Auvergne Rhône-Alpes (plusieurs sites actuels) se sont portées volontaires pour accueillir ces chantiers.

Le coût d'investissement annuel total du programme pour l'ensemble de la collectivité (acteurs privés et publics), qui doit être évalué de manière précise, peut être estimé en première approximation à **2 milliards d'euros par an<sup>13</sup> en pleine construction pour l'ensemble des acteurs privés et publics** (pour mémoire, le soutien public aux énergies renouvelables électriques était estimé pour la seule année 2020 à plus de 5 milliards d'euros<sup>14</sup>).

Ainsi, le lancement du programme dès 2021 entrainerait un **double effet : pour la filière nucléaire, et pour le reste de l'économie.**

## **1.1 Un effet d'entraînement pour les entreprises de la filière**

Les premières années consacrées aux études d'ingénierie, au lancement de la fabrication des équipements et à la préparation du chantier mobiliseraient déjà plusieurs centaines de millions d'euros annuellement. Mais surtout, la perspective d'un programme de grand chantier sur une vingtaine d'années, et la mise en place de contrats cadre avec un certain nombre d'industriels, permettrait d'apporter la visibilité nécessaire **pour que les entreprises de la filière investissent dès 2021 dans l'outil industriel et les compétences nécessaires au programme.**

### **1.1.1. Un chantier EPR créerait de nombreux emplois en France, à court et long terme**

La France dispose d'une filière industrielle nationale complète de 3000 entreprises<sup>15</sup>, laquelle lui permet de maîtriser la conception et la construction de ses propres installations de production d'électricité nucléaire. Troisième filière industrielle française, elle représente aujourd'hui plus de 220 000 emplois directs et indirects<sup>16</sup>.

---

<sup>12</sup> I4CE- investir en faveur du climat contribuera à la sortie de crise. L'Institut propose, aux côtés de mesures de rénovation thermique des bâtiments et de construction d'installations d'énergies renouvelables, la construction de nouvelles infrastructures de transports en commun, ainsi que la rénovation des lignes de chemin de fer.

<sup>13</sup> Estimation SFEN sur la base d'un coût moyen de 4500 EUR/kWe sur une vingtaine d'années (7 ans de construction, avec un décalage de 2 ans entre chaque réacteur)

<sup>14</sup> Commission de régulation de l'énergie (CRE), délibération N°2019-172 - Juillet 2019

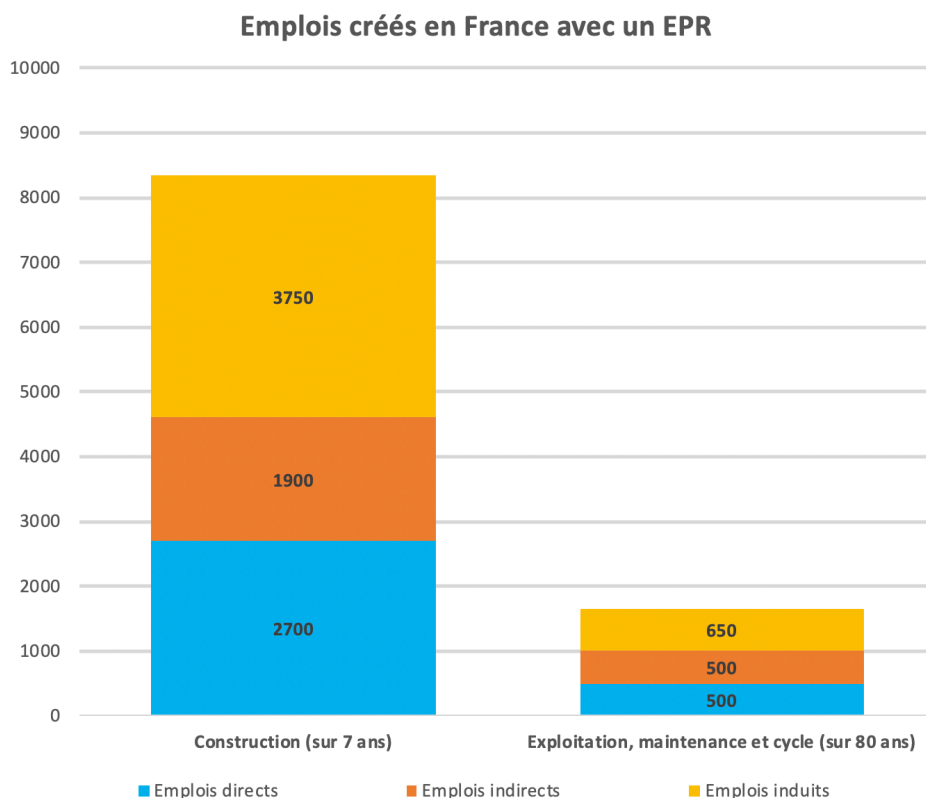
<sup>15</sup> Source CFSN 2019

<sup>16</sup> Cartographie GIFEN/CSFN - Chiffres 2018

Selon le cabinet PWC<sup>17</sup>, **la part des entreprises françaises dans la construction d'un EPR en France atteint 80 %**, ce qui est très élevé en comparaison d'autres filières énergétiques. Le ministère de l'Economie et des finances<sup>18</sup> constatait que la part de la valeur réalisée en France dans le parc éolien installé fin 2015 était de 40 %, et de 47% pour les centrales solaires au sol. Dans ces filières, la France reste dépendante d'acteurs étrangers pour les technologies clés comme la fabrication des pales d'éoliennes et des panneaux solaires. **Un projet d'EPR crée 8 350 emplois (directs, indirects et induits)** en moyenne pendant la phase d'études puis de construction (une dizaine d'années en moyenne).

De nombreux emplois sont créés dès l'amont de la phase de construction proprement dite. Les équipes « Etudes » préparent la construction de l'avant-projet et interviennent sur le site pour réaliser les études et les mesures nécessaires. Puis, pendant les cinq premières années, ces équipes poursuivent leur travail pour réaliser l'analyse réglementaire, la modélisation en maquette, les calculs et les plans. L'équipe du génie civil se joint à elles pour le terrassement, la construction des prises d'eau, des galeries d'acheminement et des bâtiments. De manière transverse, des fabricants d'équipements et des équipes de préfabrication sont sur place (pour la tuyauterie par exemple) pendant toute la durée du chantier. Il en est de même pour les organismes de contrôle en vue d'assurer la conformité des activités réalisées avec les exigences et les codes applicables. Enfin, les équipes de chantier sont également présentes de façon continue.

Au-delà du chantier de construction proprement dit (entre 7 et 10 ans), un projet EPR crée des emplois sur le long terme : **la phase d'exploitation (au moins 60 ans) comprend 1 600 emplois pérennes, qualifiés et non délocalisables.**



<sup>17</sup> PWC mai 2011 : le poids socio-économique de l'électronucléaire en France

<sup>18</sup> Opportunités industrielles de la transition énergétique, CGE - Février 2017

### **1.1.2. Un programme de construction EPR amortirait les effets de la crise dans d'autres secteurs**

La filière nucléaire s'appuie sur un large tissu industriel - plus de 3 000 entreprises françaises, dont plus de 80 % de PME et d'ETI, qui travaillent aussi pour d'autres grandes filières industrielles : aéronautique, automobile, chimie, chantiers navals, sidérurgie ou encore le secteur « oil & gas ». Alors que l'ensemble du chiffre d'affaires cumulé dans l'électronucléaire représente environ 47,5 milliards d'euros, la part du secteur dans l'activité totale varie d'une entreprise à l'autre : si elle représente environ la moitié de l'activité pour les exploitants, la part est de l'ordre de 20 % pour les grandes entreprises et les ETI, et autour de 10 % pour les PME. Une activité de construction nucléaire contribuerait à amortir la crise brutale qu'affrontent aujourd'hui d'autres secteurs : le secteur automobile annonçait ainsi début mai<sup>19</sup> une chute des immatriculations neuves en France, de plus de 70 % en mars et de 84 % en avril. Début mai, face à l'effondrement du trafic aérien et aux menaces de reports de commandes, le président d'Airbus déclarait que « *l'aéronautique affronte la plus grave crise de son histoire* », et indiquait aux salariés que la survie même de l'entreprise était en jeu.

Un chantier nucléaire représente une demande forte pour les ressources d'ingénierie en particulier : une étude du cabinet d'audit EY<sup>20</sup> de 2019 indiquait que l'intensité en main d'œuvre dans les projets énergétiques est d'autant plus élevée en amont que les projets sont plus complexes, concentrant de grandes capacités de production (centrales nucléaires, gaz, éolien en mer). Le secteur nucléaire permettrait aussi de tirer les investissements en formation continue des entreprises : il investit en moyenne près de 9 jours de formation par an par salarié, soit trois fois plus que la moyenne française. Enfin, l'efficacité des projets de nouveau nucléaire à susciter des investissements des entreprises du tissu industriel est d'autant plus forte qu'il peut leur garantir une visibilité programmatique et une stabilité dans le temps de leur activité.

### **1.1.3. Décider en 2021 est nécessaire pour consolider les compétences et renforcer la compétitivité des constructions neuves**

Construire des réacteurs nucléaires fait appel à des compétences et même des entreprises spécifiques, différentes de celles de la maintenance et du démantèlement. Les difficultés rencontrées sur le chantier de Flamanville, analysées en détail dans le rapport réalisé par Jean-Martin Folz<sup>21</sup> en octobre 2019, ont mis en lumière les conséquences de l'absence de toute construction nucléaire neuve pendant deux décennies en Europe en termes de perte de compétences. La filière nucléaire se caractérise par des exigences très strictes en gestion de grands projets, études de sûreté, assurance qualité, en pureté des matériaux, en comportement des équipements sous irradiation, en tenue à long terme, etc. Il avait donc fallu reconstituer l'ensemble de la chaîne industrielle pour construire les EPR d'Olkiluoto OL3 et de Flamanville FLA3.

---

<sup>19</sup> Usine Nouvelle

<sup>20</sup> Accompagner la transition énergétique : état des lieux de l'emploi et des besoins en compétences dans les entreprises d'ingénierie, EY pour le compte de l'OPIIEC - Septembre 2019

<sup>21</sup> Remise du rapport de Jean-Martin Folz « La construction de l'EPR de Flamanville » à Bruno Le Maire et à Jean-Bernard Lévy, le 28 octobre 2019

Une étude réalisée par le BCG pour la SFEN<sup>22</sup> auprès des entreprises du secteur à l'été 2018 a montré que la filière a reconstitué grâce à Flamanville les compétences à construire. Mais, sans nouveau chantier, ces entreprises étaient tentées de réorienter leurs équipes vers d'autres secteurs, dont « l'oil & gas ». Ces secteurs étant aujourd'hui en difficultés, la question de l'avenir des équipes se pose.

Ainsi, dès avant la crise, la note de la SFEN concluait sur la nécessité d'un engagement ferme sur un programme de constructions neuves, afin de permettre aux industriels d'investir et d'engager les ressources nécessaires, en particulier en matière de recrutements et de formations, et d'être en capacité de construire aux échéances requises, et avec le niveau de performance attendu. Elle rappelait aussi que cet engagement doit porter sur la construction de trois paires de réacteurs a minima, avec un cadencement optimisé, **afin de bénéficier pleinement des effets de série attendus (gains de compétitivité)** et garantir au pays un approvisionnement bas carbone, bon marché, dans la durée.

#### 1.1.4. Le programme de constructions neuves a déjà franchi plusieurs étapes clefs

Un des premiers critères considérés dans le choix des projets dans les plans de relance est la capacité à activer les opérations rapidement, pour un effet dans un horizon suffisamment proche. C'est le cas du programme français de renouvellement du parc, qui a franchi plusieurs étapes clefs.

Le programme d'instruction en cours a déjà avancé sur de nombreux points :

- **La France dispose de sa propre technologie** : la filière dispose d'un modèle de réacteur de troisième génération qui a maintenant démontré sa performance : les deux EPR de Taishan sont en exploitation commerciale en Chine (le premier depuis décembre 2018), et le chantier de Flamanville a terminé avec succès ses essais à chaud. Pour capitaliser sur les retours d'expérience des premiers chantiers, la filière française travaille sur un EPR simplifié et optimisé, l'EPR2, qui permet, à exigences de sûreté comparables et même complétées, de prendre en compte les aspects industriels dès la conception et de le rendre plus simple et économique à construire. L'EPR2 fait déjà l'objet d'une première revue par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN)<sup>23</sup> qui a formulé un premier avis en juillet 2019.
- **La chaîne industrielle est prête** : dans le cadre des projets EPR français et finlandais, EDF et Framatome ont qualifié plus de 600 fournisseurs d'équipements et services au niveau « qualité nucléaire ». La filière nucléaire se caractérise par des exigences très strictes en gestion de grands projets, études de sûreté, assurance qualité, en pureté des matériaux, en comportement des équipements sous irradiation, en tenue à long terme, etc. De très nombreuses entreprises ont investi en compétences, par recrutement ou par programme interne de formation.
- **La filière investit dans la qualité et la rigueur industrielle** : les difficultés rencontrées lors du chantier de Flamanville ont fait l'objet de plusieurs audits (cf rapport de Jean-Martin Folz en octobre 2019). Dès décembre 2019, le plan « excell », doté de 100 millions d'euros

---

<sup>22</sup> Note SFEN Quand décider du renouvellement du parc nucléaire ? – Avril 2019

<sup>23</sup> Avis n° 2019-AV-0329 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 16 juillet 2019

étalés sur 2020-2021, a été mis en place pour que la filière industrielle, rassemblée maintenant au sein du GIFEN, puisse travailler point par point sur les trois thèmes principaux soulevés : la qualité industrielle, les compétences et la gouvernance des grands projets.

En parallèle et en sus des points ci-dessus, de très nombreuses actions ont été menées pour réduire les coûts des prochains réacteurs. Un rapport complet de la SFEN<sup>24</sup> est consacré à ce sujet. Il explicite l'ensemble de ces actions et nouveaux potentiels : stabilisation du référentiel de sûreté et processus de contrôle par l'Autorité de sûreté, organisation de la supply chain, intégration des retours d'expérience des projets en voie de finalisation, mise en œuvre de nouvelles techniques et méthodes pour réoptimiser les concepts, nouvelle organisation des montages contractuels pour faire porter chaque type de risque par l'entité la mieux adaptée (généralement sous le pilotage des États), etc. Il rappelle aussi que d'autres facteurs de réduction de coûts joueront « mécaniquement », comme par le passé : effets de paires pour les prochains EPR (Royaume Uni, France), comparativement à des tranches uniques comme Olkiluoto 3 et Flamanville 3 et effets de programme et de série, dérivant de la visibilité et du rythme de construction. Au total, le rapport montre que l'objectif d'une réduction de plusieurs dizaines de pourcent est atteignable. En matière de coût au kWh, il s'agit de se positionner vers 70 euros/MWh, avec des coûts de système très bas, comparés aux autres moyens de production.

## 1.2 Un effet d'entraînement sur le reste de l'économie

### 1.2.1 Au niveau national

D'après une étude récente de Deloitte<sup>25</sup>, **en France, chaque euro investi dans le nucléaire génère 2,5 euros dans le reste de l'économie.** En 2019, la part de l'industrie nucléaire française dans le PIB peut ainsi être estimée à 48 milliards d'euros, soit un revenu global (direct et indirect) de 175 milliards d'euros, c'est-à-dire plus de 7 % du PIB. Cet impact macroéconomique résulte de la combinaison de plusieurs facteurs d'entraînement spécifiques :

- Le haut niveau de localisation de la chaîne industrielle sur le territoire national,
- La contribution du parc nucléaire - avec l'hydraulique - à la compétitivité des prix de l'électricité des industriels et des ménages. Pour rappel, en 2019 les prix de l'électricité des ménages sont ainsi plus de 70 % plus élevés en Allemagne qu'en France<sup>26</sup>,
- Le haut niveau de qualification qui se traduit par des revenus supérieurs par rapport au reste du secteur électrique (et de l'industrie en général). Il est ainsi estimé que le niveau de

---

<sup>24</sup> Note SFEN « Les coûts de production du nouveau nucléaire français » - Mars 2018

<sup>25</sup> FORATOM Investir dans le nucléaire bas carbone génère des emplois et une croissance économique en Europe – Avril 2019

<sup>26</sup> Eurostat 2019



qualification au sein de la filière nucléaire est jusqu'à deux fois supérieur à la moyenne de l'industrie.

### Un programme d'investissement dans de nouveaux réacteurs renforcerait demain encore cet impact macroéconomique.

Dans un scénario de renouvellement du parc nucléaire européen, et de développement de l'industrie éolienne, l'étude Deloitte estime ainsi qu'à l'horizon 2030 le secteur nucléaire européen aura par TWh produit un effet d'entraînement 3,6 supérieur à l'éolien. A cet horizon, chaque TWh nucléaire contribue à 360 millions de PIB, contre 100 millions de PIB pour l'éolien<sup>27</sup>. Ce résultat s'explique là encore par le niveau élevé de localisation de la chaîne industrielle au sein de l'Union européenne.

**1 GW\***  
**GÉNÈRE...**



**1 TWh\*\***  
**GÉNÈRE...**

**2030**

**2900** Nucléaire

**300** Éolien

**200** Hydraulique

**Millions d'euros**

**360** Nucléaire

**100** Éolien

**70** Hydraulique

**Millions d'euros**

\* Avec 128.5 GW (Nucléaire), 397 GW (Éolien) et 263 GW (Hydraulique) en 2030

\*\* Électricité générée 1,013 TWh (Nucléaire), 31,129 TWh (Éolien) et 700 TWh (Hydraulique) en 2030

*Contribution du nucléaire, de l'éolien et de l'hydraulique au PIB européen en millions d'euros (par GW de capacité et TWh produit)*

#### 1.2.2. Au niveau des territoires

D'une manière générale, les centres de production d'électricité nucléaire et les activités des entreprises de la filière sont bien répartis sur l'ensemble des régions : les implantations se situent d'ailleurs souvent dans des territoires fragilisés. Un site nucléaire génère des emplois indirects et induits créant de l'activité dans les autres secteurs du territoire. Une étude réalisée pour la centrale de Fessenheim (Haut-Rhin) a montré que cette dernière faisait vivre, en exploitation, plus de 5 000 personnes.

<sup>27</sup> L'impact est plus limité pour l'hydraulique dans la mesure où il n'est pas envisagé de programme de construction de nouveaux barrages (ou de remplacement des installations existantes)

L'impact du nucléaire sur les territoires est encore plus important quand il s'agit d'un chantier de construction neuve :

- L'étude<sup>28</sup> réalisée par la CCI-Normandie en 2017 montre que le chantier de l'EPR de Flamanville a atteint, lors de son pic en 2016, **jusqu'à 4 600 salariés sur place**. Le programme Grand chantier, qui avait été lancé à l'été 2008, année de la crise financière, aura permis de former 1 000 demandeurs d'emplois dans la région et d'aider au recrutement et à la formation de main d'œuvre locale.
- Alors qu'on a observé au niveau national à la suite de la crise, entre 2008 et 2015, une hausse des demandeurs d'emplois (cat A) au niveau national de 2 à 3,5 millions, et une chute des emplois salariés, **l'arrondissement de Cherbourg (Manche) a été épargné, avec une stabilité du nombre d'emplois sur la période**. En particulier, l'emploi industriel, qui enregistre un repli de 10 % sur la période 2008-2013 aux niveaux régional et national, s'est maintenu sur l'arrondissement de Cherbourg, où il représente près de 20 % de l'emploi total.
- Les entretiens réalisés par la CCI-Normandie auprès d'un panel d'entreprises industrielles du Cotentin révèlent que le chantier, qui représentait plus de 10 % du chiffre d'affaires de la majorité d'entre elles, leur a permis (50 % des entreprises) de consolider leur structure financière alors qu'elles étaient fragilisées par la baisse d'activité sur d'autres sites, et d'ouvrir de nouveaux marchés (60 % d'entre elles).

## 2. Le renouvellement du parc nucléaire s'inscrit dans les objectifs de transformation de long-terme

Au-delà de la nécessité de « la reprise », beaucoup d'économistes et d'institutions soulignent l'importance, concernant les plans de relance, d'intégrer des critères de transformation de long terme. Il s'agit de « *repenser notre système économique et social dans un monde sous la menace d'autres crises, isolées ou combinées, qu'elles soient sanitaires, sociales ou climatiques* »<sup>29</sup>.

Ces recommandations couvrent en général trois grands domaines : le respect de la trajectoire climatique, l'exigence de résilience technique, et l'impératif de souveraineté. **L'énergie nucléaire répond favorablement à ces trois registres.**

### 2.1. Le renouvellement d'une partie du parc nucléaire est indispensable pour atteindre les objectifs de neutralité carbone français et européen à l'horizon 2050

---

<sup>28</sup> Impact économique - Grand chantier EPR - Étude réalisée par la Chambre de commerce et de l'industrie- Ouest Normandie 2017

<sup>29</sup> Continuité, résilience, sobriété : les horizons d'un monde en crise. Patrice Geoffron et Benoît Thirion, la Tribune – 6 avril 2020

En avril 2020, le Haut conseil pour le climat<sup>30</sup> a rappelé que, « *pour répondre au choc économique, social et financier qui s'annonce, la sortie de crise et la relance doivent intégrer l'urgence climatique* ». Il a précisé aussi que les investissements doivent être orientés entre autres vers les « *infrastructures résilientes favorisant les usages décarbonés* » et que « *les secteurs structurants et porteurs des emplois de la transition à long terme doivent être privilégiés* ».

**L'infrastructure de production d'électricité est aujourd'hui, dans notre pays, déjà bas-carbone :** les émissions moyennes françaises de CO<sub>2</sub> sont en moyenne inférieures à 50g/kWh<sup>31</sup>, bien en dessous de celles de nos voisins (environ 400g/kWh pour l'Allemagne et 260g/kWh pour l'Italie, par exemple). Cette performance est due en très grande partie à la production de notre parc nucléaire, allié aux renouvelables (hydraulique, solaire photovoltaïque et éolien).

**L'énergie nucléaire figure parmi les technologies qui contribuent à découpler croissance et émissions :** la France a connu ainsi, entre 1980 et 1985, une décroissance de ses émissions de CO<sub>2</sub><sup>32</sup> de 20 %, malgré une croissance du PIB de 8 % en monnaie constante. Dans les dix ans qui avaient suivi la mise en service de la centrale nucléaire de Fessenheim, la France avait en effet réussi à faire chuter, grâce à son programme nucléaire, la part des énergies fossiles dans la production d'électricité de 55 % à 10 %. Le Directeur de l'AIE<sup>33</sup> rappelait récemment qu'en 2019<sup>34</sup>, les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> se sont stabilisées, malgré une croissance de 3 %. Le secteur électrique a été un contributeur clef, avec une décroissance de ses émissions, liée au développement des renouvelables (éolien et solaire principalement), au remplacement de charbon par du gaz, et à la croissance de la production nucléaire (Japon, Corée, Chine).

**Développer des solutions électriques pour réduire la consommation d'énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon) est un nouveau relai pour découpler croissance et émissions.** La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) qui fixe une trajectoire souhaitable pour la France d'ici 2050, prévoit ainsi déjà une hausse de la consommation électrique de l'ordre de 30 % par rapport au niveau actuel : à cette date l'essentiel des usages domestiques et du transport individuel devront reposer sur l'électricité. Il faut noter que d'ores et déjà aujourd'hui, de nombreuses mesures proposées dans les plans de relance reposent sur notre électricité décarbonée, que ce soient les nouveaux moyens de chauffage (pompes à chaleur), la mobilité (train, transports urbains, véhicule électrique) ou le développement de la filière hydrogène (lequel est produit aujourd'hui à partir des énergies fossiles). Cet enjeu est de première importance et il faut recourir largement aux énergies renouvelables, dont le rôle va s'accroître de façon spectaculaire. Pour autant, il faudra faire jouer le plus possible les synergies avec le nucléaire.

**Pour que l'électricité bas carbone joue pleinement son rôle de décarbonation dans la durée, la France doit lancer sans tarder un nouveau programme de constructions nucléaires :** d'ici 2050, la grande majorité de nos réacteurs nucléaires actuels auront atteint les 60 ans, avec un possible « effet

---

<sup>30</sup> Climat, santé : mieux prévenir, mieux guérir, Haut Conseil pour le climat - Avril 2020

<sup>31</sup> The European Power Sector 2019 Agora Energiewende

<sup>32</sup> Banque Mondiale : émissions de CO<sub>2</sub> de 505Mt en 1980 à 401Mt en 1985, hausse du PIB sur la même période de 1,48 1012 à 1,60 1012 en \$2010

<sup>33</sup> Now is the time to plan the economic recovery the world needs, IEA - April 27, 2020

<sup>34</sup> IEA Global - CO<sub>2</sub> emissions in 2019 – February, 2020

falaise » au début des années 2040, lié au rythme de construction très rapide du parc dans les années 1980. Nous devons les renouveler par de nouveaux moyens bas carbone, renouvelables, et aussi nucléaires. Même si des progrès techniques et économiques sont attendus à l'horizon 2030-2050, on ne connaît aujourd'hui ni la faisabilité, ni la robustesse, ni le coût, ni les limites exactes d'un système combinant exclusivement, et dans de très grandes quantités, des énergies renouvelables intermittentes, du stockage, du biogaz, et/ou des énergies fossiles avec le captage, stockage du carbone (CCS). À ce jour, les grandes institutions internationales (OCDE-AIE, UE, GIEC) estiment que toutes les technologies bas carbone – renouvelables, nucléaire et CCS – devront être mises en œuvre pour parvenir à une décarbonation en profondeur du secteur électrique à l'horizon 2050. On voit difficilement pourquoi il en serait autrement en France, qui est une référence mondiale pour l'utilisation et la maîtrise industrielle de cette technologie.

Le retard dans la décision (ou l'absence de décision) sur un lancement de nouvelles constructions nucléaires expose la France **au risque de devoir plus tard lancer dans l'urgence la construction de nouvelles centrales à gaz, fortement émettrices de gaz à effet de serre** : on a pu ainsi le constater récemment au Japon, avec le trop lent redémarrage des centrales nucléaires, aux États-Unis dans le New-Jersey et dans l'État de New-York<sup>35</sup>, et peut être bientôt en Belgique<sup>36</sup>.

## **2.2. Le renouvellement du parc nucléaire sera nécessaire pour garantir la résilience de notre système électrique à des chocs futurs**

Face à ces incertitudes multiples et nouvelles, il est pertinent de s'arrêter sur la notion de résilience<sup>22</sup> face à des chocs non prévus et en particulier sur les deux premiers critères qui la constitue : la **robustesse** pour résister à l'événement et **l'agilité** pour adapter son organisation. Aussi, il faut bien **faire la différence entre d'un côté la résilience d'une infrastructure de production donnée, et la contribution à la résilience du système électrique dans son ensemble** : dans ce deuxième cas, le facteur important est quels sont les services qu'importe cette infrastructure à la résilience de l'ensemble du système.

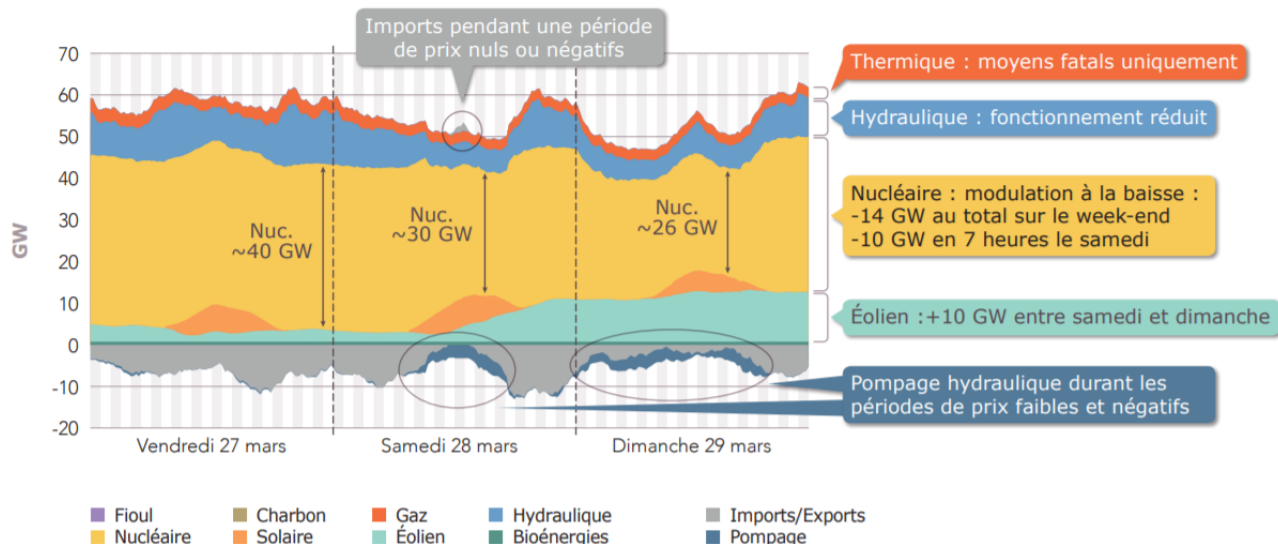
Dans la gestion de la crise sanitaire, **le parc nucléaire a pu montrer une très importante solidité et une très grande flexibilité pour s'adapter très vite à une situation nouvelle et sécuriser le réseau électrique**. Les industriels ont rapidement adapté l'organisation du travail (limitation du nombre de salariés présents sur les sites, télétravail privilégié) et modifié les plannings d'activités, permettant, sous le contrôle de l'ASN, une très grande disponibilité du parc nucléaire. Le parc a su s'adapter à une situation inédite de baisse de la consommation d'électricité, et opérer au sein d'un système électrique dans lequel, corrélativement, la part des énergies renouvelables intermittentes (éolien et solaire), prioritaires sur le marché de gros européen, était beaucoup plus importante, au point d'occasionner une multiplication des épisodes de prix négatifs. Pendant toute la période, le parc nucléaire a en permanence pu ajuster sa production en fonction des variations de la demande et de la production des énergies renouvelables. Par exemple, au cours du dernier week-end de mars 2020, la puissance du

---

<sup>35</sup> RGN 27/04/2020 - En plein Coronavirus, la fermeture d'Indian Point est une erreur

<sup>36</sup> Echo : Engie et Eneco se préparent à l'après nucléaire - 17 Avril 2020

parc nucléaire a varié de 14GW (sur 40GW de capacité nucléaire disponible à l'époque), principalement en réponse à la variabilité du solaire photovoltaïque et de l'énergie éolienne en France et chez nos voisins. L'AIE souligne<sup>37</sup> qu'au cours de cette période, **l'énergie nucléaire a été l'une des principales sources de flexibilité en Europe. Cette remarquable (et souvent méconnue) capacité en fait l'allié des énergies renouvelables : c'est la notion même de la nouvelle base nucléaire qui permet et permettra l'essor des autres énergies bas carbone, en complément à l'hydraulique.**



Mix de production d'électricité en France du vendredi 27 mars au dimanche 29 mars 2020 (source : RTE)

**D'ici à l'horizon 2050, le système électrique sera confronté à de grands défis et des incertitudes sans précédent.** Au-delà du défi de la décarbonation, la part des moyens de production pilotables, qui garantissaient depuis toujours la sécurité d'approvisionnement du réseau, est amenée à baisser au profit d'une part croissante de renouvelables intermittentes : le réseau va donc être confronté à un véritable changement de paradigme. En même temps, notre pays sera confronté à une augmentation très forte des incertitudes à trois niveaux :

- **Les incertitudes sur la stratégie de nos voisins et sur les interconnexions**, lesquelles ont désormais un très fort impact sur la sécurité d'approvisionnement de la France. D'après le cabinet de conseil FTI-Compass Lexecon, les décisions de sortie du charbon en Europe devraient réduire de 110GW les capacités pilotables disponibles. Plusieurs de nos voisins ont aussi annoncé des fermetures de moyens nucléaires.
- **Les incertitudes sur la demande électrique et les attentes des citoyens.** La SNBC prévoit une augmentation de la consommation électrique nationale de 30 % d'ici 2050, en grande partie liée à l'électrification des usages dans le domaine de la mobilité et de l'habitat/tertiaire, mais aussi pour convertir d'autres vecteurs d'énergie finale (hydrogène

<sup>37</sup> AIE Global energy review 2020

par électrolyse notamment). Sur les dynamiques sociétales, il demeure d'importantes incertitudes sur l'évolution du mode de vie et des attentes de nos concitoyens. Aussi, les solutions électriques pourraient être d'autant plus nécessaires qu'il existe des incertitudes importantes sur d'autres solutions, comme la biomasse.

- **Les incertitudes technologiques et industrielles** : incertitudes sur le potentiel des énergies renouvelables en France (gisements), sur les moyens de stockage infra-journalier et hebdo-journalier de l'électricité sur le stockage inter-saisonnier d'énergie, via des centrales à gaz décarbonées, et sur le développement des capacités d'interconnexion.

Le travail de scénarios réalisé par FTI Compass-Lexecon pour la SFEN montre que ne pas prendre la décision de renouveler le parc nucléaire en temps et en heure peut exposer notre pays à des risques très importants dans la mesure où, pour assurer notre sécurité d'approvisionnement :

- **L'éolien et le solaire seront poussés à leurs limites** : les gisements seront saturés dans les prochaines décennies, alors que les dernières années montrent, en France comme en Allemagne, que ces projets peuvent être limités par des contraintes d'acceptation,
- La gestion des besoins de flexibilité reposerait sur **un pari majeur sur des technologies non matures techniquement et industriellement** : c'est le cas en particulier des technologies Power to Gas, qui offriraient une solution de stockage à long terme, mais qui ont pour le moment uniquement fait l'objet de démonstrateurs.

Il faut noter que les risques pour le système électrique sont amplifiés par la convergence des mix au niveau européen. Le travail de modélisation montre que renoncer à l'option nucléaire viendrait aggraver cette situation. Le renouvellement d'une partie nucléaire, lancé sans tarder, est un moyen mûr industriellement pour garantir, à l'horizon 2035, notre sécurité d'approvisionnement. C'est la condition sine qua non pour disposer d'une capacité nucléaire comprise entre 30 et 50 % du parc (en énergie) au milieu du siècle : il ne s'agit donc pas - et de loin - de prôner une politique du « tout nucléaire », mais de conserver des marges de manœuvre, via un parc moderne et performant assurant la stabilité et le « bouclage » de l'ensemble.

### **2.3. Le renouvellement du parc nucléaire en Europe est une condition nécessaire pour maintenir notre souveraineté énergétique et technologique**

L'énergie nucléaire est aujourd'hui le **pilier de notre souveraineté énergétique** :

- Elle a permis et permet toujours à la France **de se prémunir des aléas des marchés mondiaux de l'énergie** et des risques géopolitiques associés : chocs et contre-chocs pétroliers, essor du gaz et du pétrole de schiste, géopolitique du gaz. En 1970, les deux tiers de l'électricité française étaient produits avec des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz). Grâce au nucléaire, cette part n'est plus que de 7 %. Il faut rappeler que la France importe la quasi-totalité des

hydrocarbures qu'elle consomme dans les transports et l'habitat-tertiaire : en 2016, elle a dépensé 32 milliards d'euros pour s'alimenter en gaz et pétrole.

- Le coût de production de l'électricité nucléaire est très prédictible car il est très peu tributaire des cours de l'uranium : celui-ci ne représente que **5 % des coûts totaux de production**. Aussi, le marché de l'uranium est différent de ceux des autres matières premières : les risques géopolitiques sont faibles (plus de 40 % des réserves en uranium actuelles se trouvent dans l'OCDE, hors ressources supposées dans l'eau de mer) et la majorité des échanges se fait au travers de contrats à long terme, de plusieurs dizaines d'années.
- **La France dispose d'une chaîne d'approvisionnement en uranium extrêmement robuste.** A court terme, EDF dispose d'un stock d'uranium en France correspondant à 2 ans de production d'électricité. En comparaison, les réserves d'hydrocarbures représentent moins de 6 mois de la consommation annuelle française. La France réduit ses besoins en uranium naturel en recyclant ses combustibles usés : 10 % de l'électricité nucléaire française est produite à partir de matières recyclées. Enfin, la France dispose d'un stock stratégique d'uranium appauvri qui peut se substituer à tout moment à 5 ans de consommation d'uranium naturel en utilisant les capacités modernes de conversion et d'enrichissement domestiques. A moyen terme, la France possède, au travers d'Orano, un portefeuille de réserves en uranium représentant 30 années de consommation. A long, les ressources connues en uranium représentent 130 ans de consommation mondiale et jusqu'à 250 ans<sup>9</sup> si l'on inclut les ressources estimées.

L'énergie nucléaire est aujourd'hui le **pilier de la souveraineté industrielle française, et au-delà, de la souveraineté industrielle européenne** :

- La France dispose d'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.
- **Le nucléaire est un secteur énergétique bas carbone où la France bénéficie d'avantages compétitifs sur les marchés mondiaux.** La France a d'autant plus intérêt à consolider sa capacité à construire des réacteurs dans le secteur que son industrie nucléaire est aujourd'hui un leader mondial sur son secteur. EDF, premier exploitant de centrales nucléaires dans le monde, est reconnue et sollicitée par ses pairs (Chine, Afrique du Sud, Emirats Arabes Unis, etc.) pour son expérience dans l'exploitation comme dans la sûreté. C'est aussi le cas d'Orano dans le cycle du combustible et Framatome dans la fabrication de contrôles-commandes et de composants. Plus de 50 % des entreprises de la filière ont une activité à l'exportation, et la filière dans son ensemble exporte chaque année de l'ordre de 5 milliards d'euros de biens et de services.
- **La capacité industrielle à construire de nouveaux réacteurs est non seulement stratégique pour la souveraineté technologique française, mais aussi pour la souveraineté européenne.** D'après les scénarios de décarbonation EUCO30 de la Commission européenne, l'Union aura besoin de 110GW de nucléaire en 2050, dont 70GW hors de France, pour atteindre ses objectifs. La France est le dernier pays d'Europe à disposer d'une chaîne

industrielle complète. La France n'a pas encore pu mettre en œuvre sa capacité à construire des réacteurs de génération 3 en série, faute de programme industriel. Par contraste, le russe Rosatom a mis en service 15 nouveaux réacteurs sur les 14 dernières années, et a une trentaine de projets en cours.

- **Au-delà de la filière elle-même, l'énergie nucléaire est une infrastructure clef dans le cadre du projet français de réindustrialisation et de « souveraineté industrielle ».** Elle garantit en effet aux futures usines 4.0 un approvisionnement en électricité bas carbone bon marché. Elle permettra aussi un apport en savoir-faire et en innovation.

Comme le rappelait l'IFRI<sup>38</sup> dans un rapport de 2019 sur la transition énergétique, « *l'industrie du nucléaire forme un atout considérable en termes de souveraineté, de maîtrise de la chaîne de valeur, d'emploi et de création de valeur* ».



#### À propos de ce contenu

La rédaction du présent avis est le fruit des échanges entre les membres de la Section Technique « Économie et stratégie énergétique » (ST8) de la SFEN au cours des mois d'Avril et Mai 2020.

Contact – [sfen@sfen.org](mailto:sfen@sfen.org)

---

<sup>38</sup> La dimension stratégique de la transition énergétique : défis et réponses pour la France, l'Allemagne et l'Union Européenne, de Marc Antoine Eyl-Mazzega et Carole Mathieu, IFRI – Avril 2019