

POURQUOI LA FRANCE DOIT ABSOLUMENT PÉRENNISER SON CHOIX HISTORIQUE DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

En 45 ans, le nucléaire en France a permis d'éviter
environ 25 fois les émissions totales de CO₂ de 2022

Georges Sapy

Décembre 2023





L'Institut économique Molinari (IEM) est un organisme de recherche et d'éducation dont la mission est de favoriser une meilleure compréhension des phénomènes et défis économiques, en les rendant accessibles au grand public. A cet effet, il effectue des recherches scientifiques, organise des cercles de réflexion, édite des publications, propose des formations et toutes formes d'enseignement en ce sens.

L'IEM est une organisation à but non lucratif, financée par les cotisations volontaires de ses membres, individus, fondations ou entreprises. Affirmant son indépendance intellectuelle, il n'accepte aucune subvention publique.

Reproduction autorisée à des fins éducatives et non commerciales à condition de mentionner la source.

Cette note est éditée dans le cadre d'un programme de recherche intitulé « Pour des politiques plus efficaces ».

Photo : Nuclear energy par Nobor (Adobe Stock)

©2023 Institut économique Molinari

ISBN : 978-2-931091-24-1

Dépôt légal : 4^{ème} trimestre 2023

Contact : postmaster@institutmolinari.org

Site Internet : www.institutmolinari.org

POURQUOI LA FRANCE DOIT ABSOLUMENT PERENNISER SON CHOIX HISTORIQUE DE L'ENERGIE NUCLEAIRE

En 45 ans, le nucléaire en France a permis d'éviter
environ 25 fois les émissions totales de CO2 de 2022

Décembre 2023

Georges Sapy

Institut Économique Molinari | Paris-Bruxelles

SOMMAIRE

INTRODUCTION	6
L'ENERGIE NUCLEAIRE, UN ATOUT MAJEUR POUR LA FRANCE DEPUIS PLUS DE 40 ANS	8
L'ENERGIE NUCLEAIRE, SOLUTION DE LONG TERME	11
UN CONTEXTE EUROPEEN DEFAVORABLE MARQUE PAR L'ANTINUCLEARISME	13
NOTES	15
SUR L'AUTEUR	17

1. INTRODUCTION

La construction du parc nucléaire Français actuel, qui fournit depuis plus de 40 ans l'essentiel de l'électricité du pays, a été motivée par le premier choc pétrolier de l'histoire, fin 1973¹. Cette construction fut très rapide : 34 réacteurs de 900 MW et 20 réacteurs de 1 300 MW, soit 54 réacteurs (sur 58 au total) furent mis en service en l'espace de 16 ans, de 1977 à 1993, au rythme moyen de plus de 3 réacteurs/an et jusqu'à 8 réacteurs en 1981 et 6 réacteurs en 1980 et en 1985. Cela grâce à une mobilisation exceptionnelle de l'industrie française, encore puissante à l'époque. Le parc français est ainsi devenu le deuxième au monde après celui des États-Unis, d'un peu plus d'une centaine de réacteurs. Et grâce à sa standardisation, le coût global de construction de ce parc s'est révélé extrêmement compétitif comparé à celui de réacteurs étrangers, généralement commandés à l'unité.

Revenir sur la genèse de cette réussite industrielle permet d'en analyser les causes profondes et d'en tirer des enseignements pour l'avenir. Au sortir de la deuxième guerre mondiale, la France avait très peu de ressources énergétiques en propre, pratiquement pas de pétrole et de gaz, beaucoup moins de charbon que ses voisins. Elle était donc presque totalement dépendante de ses importations, situation qui a contribué à envisager très tôt l'énergie nucléaire. Les premiers réacteurs nucléaires électrogènes sont nés dans les années 1960, sur la base de la filière UNGG (Uranium naturel graphite gaz) développée par le CEA. Deux motivations principales ont présidé à ce choix : le fait qu'elle utilisait de l'uranium naturel (comportant 0,7 % d'uranium U235 fissile, le reste étant constitué d'uranium U238 non fissile) et sa capacité plutonigène permettant de développer la force de frappe nucléaire. Cette filière souffrait cependant de deux inconvénients pour produire de l'électricité : elle était complexe et donc chère et sa puissance était limitée vers 550 MW par sa taille. Six réacteurs de ce type ont néanmoins été mis en service entre 1963 et 1972.

Parallèlement, les Américains avaient développé et mis au point des réacteurs beaucoup plus simples et moins chers, utilisant l'eau légère et l'uranium légèrement enrichi en U235 (vers 4 %) et qui pouvaient atteindre des puissances bien supérieures (900 MW à l'époque). Mais il fallait disposer d'uranium enrichi. Très tôt, dès la deuxième partie des années 1960, la question s'est donc posée du choix de la filière à retenir et des études approfondies ont été commanditées par les pouvoirs publics, en s'appuyant sur l'expertise du CEA et d'EDF. Pour comparer les deux filières, un premier appel d'offres fut lancé en 1968 pour le site de Fessenheim, qui fit apparaître un prix de l'option UNGG trop élevé. Un deuxième appel d'offres fut lancé en 1970 pour des réacteurs à eau légère américains. Deux conditions étaient imposées par les pouvoirs publics : la possibilité de franciser la filière (c'est-à-dire de construire en France et de pouvoir ensuite se dégager des licences américaines) et la construction d'une usine civile d'enrichissement de l'uranium. Deux entreprises étaient en compétition : Framatome pour les réacteurs à eau pressurisée (REP) sous licence Westinghouse et la CGE (Compagnie générale d'électricité) pour la technologie à eau bouillante (REB) sous licence GE (General Electric). Framatome l'emporta et la construction de deux réacteurs à Fessenheim fut engagée. Les pouvoirs publics autorisèrent en outre EDF à engager trois nouveaux réacteurs de même technologie en 1971 et 1972 et lui demandèrent de se préparer à engager un à deux réacteurs par an durant la décennie, dans le cadre d'un contrat de programme signé entre EDF et l'Etat.

Il faut souligner la vision prospective des responsables politiques de l'époque, soucieux de souveraineté du pays et de politique énergétique à long terme, s'appuyant de façon rationnelle sur les compétences scientifiques et industrielles des organismes et des entreprises du secteur.

Cette vision prospective va se révéler extrêmement précieuse lors des chocs pétroliers d'octobre 1973 et de janvier 1974, qui conduisirent à un quadruplement du prix du baril en moins de quatre mois, faisant bondir les importations de pétrole de 1,5 % du PIB à près de 6 %. Face à cet événement aux conséquences économiques et sociales considérables, l'État s'est à nouveau montré stratège dans des délais très courts : dès le 22 novembre 1973, il lançait la construction de l'usine d'enrichissement d'uranium Eurodif sur le site de Tricastin et dès le 6 mars 1974, celle de 6 réacteurs d'environ 1 000 MW puis, en 1975, celle de 7 autres réacteurs. La CGE n'ayant pas la capacité industrielle nécessaire laissait Framatome seul en lice. Il n'y avait plus de concurrence, mais EDF misa sur la standardisation des réacteurs et l'effet de série qui en résultait pour maîtriser les coûts, calcul qui se révélera gagnant. Le programme nucléaire de réacteurs REP était lancé et aboutira à la construction de 58 réacteurs.

2. L'ÉNERGIE NUCLEAIRE, UN ATOUT MAJEUR POUR LA FRANCE DEPUIS PLUS DE 40 ANS

Le parc nucléaire français a apporté au pays des avantages stratégiques majeurs, résultant des atouts intrinsèques de cette énergie, parmi lesquels :

Une grande indépendance géostratégique de la production d'électricité du pays

D'abord vis-à-vis des fournisseurs de combustibles fossiles, objectif stratégique initial. Avec à la clé des importations évitées de ces combustibles qui auraient très lourdement accru le déficit de la balance commerciale du pays. Au contraire, à l'exception de l'année 2022, la France a été depuis des décennies le premier exportateur d'électricité d'Europe (et du monde) pour des recettes à l'exportation se chiffrant entre 1 et 3 Mds€ selon les années².

Ensuite, même si l'uranium naturel est importé, il provient d'une diversité de pays et de continents, dont des pays sûrs comme le Canada. La France dispose en outre sur son sol de 30 000 tonnes de stocks d'uranium naturel³ permettant environ 4 ans de production d'électricité. S'y ajoutent le stock d'uranium issu du retraitement des combustibles usés, dont la teneur résiduelle en U235 fissile est d'un peu moins de 0,9 %⁴, représentant environ 4 autres années de production et, s'il le fallait, le stock d'uranium appauvri qui contient encore environ 0,3 % d'U235. Enfin, à plus long terme, l'émergence de RNR (réacteurs à neutrons rapides) ouvrira la possibilité d'extraire l'énergie contenue dans les considérables stocks d'U238 détenus dans le pays, tout en minimisant les déchets nucléaires produits.

Elle est aussi de nature industrielle, l'essentiel des fabrications étant maîtrisé en France à l'exception de quelques composants importés de pays développés, qui pourraient être relocalisés si nécessaire. Autre avantage majeur : la construction de centrales nucléaires consomme très peu de métaux critiques, utilisés essentiellement dans ses aciers faiblement alliés, et de métaux moins critiques mais très demandés comme le cuivre, ramenés aux kWh produits. Ceci contrairement aux panneaux photovoltaïques et surtout aux éoliennes, qui en nécessitent des quantités très supérieures, toujours par kWh produits, au point de susciter des craintes légitimes sur les risques de pénuries à moyen et long termes.

Elle est enfin d'ordre économique. Le prix de l'uranium naturel n'intervenant que pour environ 5 % du coût du kWh d'électricité, un doublement de ce prix ne renchérirait l'électricité que de 5 %. C'est un atout considérable qui permet de garantir des coûts compétitifs et stables dans la durée, indispensables pour les investissements des entreprises et les besoins des citoyens.

Une production d'électricité « pilotable » en très grande quantité, très peu exigeante en espaces au sol du fait de la densité énergétique très élevée du nucléaire

Une électricité dite « pilotable », c'est-à-dire capable de moduler sa puissance pour garantir à tout instant l'équilibre production-consommation du réseau est indispensable à la stabilité de ce dernier. Tous les moyens de production d'électricité utilisant des stocks d'énergie, dont le nucléaire, le permettent. Ce n'est pas le cas des éoliennes et des panneaux solaires photovoltaïques qui utilisent des flux d'énergie, respectivement celui du vent et celui du soleil, qui sont très variables et intermittents et rarement corrélés aux besoins des consommateurs. Ces moyens de production sont donc structurellement incapables d'assurer seuls les besoins en électricité d'un pays, il faut impérativement les compléter de différentes façons : moyens pilotables prenant le relais, stockages-

déstockages d'énergie, effacements de consommation, etc. qui renchérissent fortement le coût final de l'électricité.

De plus, ces flux d'énergie étant très dilués, les moyens de les capter occupent beaucoup d'espace contrairement au nucléaire qui n'a besoin que d'environ 0,03 ha par MW installé⁵. Il en faut environ 50 à 80 fois plus pour le photovoltaïque⁶ et plus de 400 fois plus pour l'emprise totale d'un parc éolien terrestre⁷ car il faut éloigner les éoliennes qui le constituent les unes des autres pour qu'elles « prennent bien le vent ». Cette emprise étendue accroît d'autant plus leur impact : destruction de paysages naturels ou culturels, bruits et dévalorisation des habitats proches. Cette dispersion spatiale des éoliennes et des panneaux photovoltaïques multiplie également les liaisons aux réseaux qui coûtent très cher.

Elle est de loin le moyen le plus efficace pour lutter contre le réchauffement climatique

C'est en effet celle qui émet le moins de CO₂ par kWh produit (4 g seulement)⁸, étant entendu qu'il s'agit d'émissions dues à la construction de la centrale, à son entretien et à son démantèlement en fin de vie (émissions dites « grises ») réparties sur l'ensemble de la production durant la vie de l'installation, alors que les émissions sont nulles durant le fonctionnement. Il n'y a guère que l'hydraulique qui fasse à peu près aussi bien, l'éolien et le solaire photovoltaïque émettant respectivement environ 3 à 4 fois plus et 8 à 11 fois plus⁹ que le nucléaire, toujours en émissions « grises » ramenées aux kWh produits, leur fonctionnement n'en émettant évidemment pas non plus.

Depuis 40 ans, le remplacement des énergies fossiles par le nucléaire a permis d'éviter l'émission de l'équivalent d'environ 25 années des émissions totales de CO₂ de la France en 2022¹⁰, pour le plus grand bénéfice du climat. Et associé à l'énergie hydraulique et aux autres énergies renouvelables, le nucléaire fait de la France le « grand pays d'Europe » (et du monde) qui émet de très loin le moins de CO₂ pour produire son électricité. Seuls deux pays beaucoup moins peuplés font mieux : la Norvège (avec 95 % d'hydraulique) et la Suède (avec un mix de nucléaire et d'hydraulique).

La combinaison des très faibles émissions de CO₂ du nucléaire et des très grandes quantités d'électricité qu'il peut produire, en fait donc le moyen de très loin le plus efficace pour lutter contre le dérèglement climatique, enjeu majeur, actuel et futur.

Cette énergie est-elle pour autant dépourvue d'inconvénients ? Aucune forme d'énergie ne l'est. La préoccupation dominante des citoyens concerne les déchets nucléaires. Voici ce qu'en a dit Marcel Boiteux, dirigeant historique d'EDF : « Il reste que les déchets nucléaires sont une source d'inquiétude pour beaucoup de nos concitoyens. A-t-on le droit de laisser aux générations futures, pendant des centaines et des milliers d'années, les déchets dangereux de notre consommation égoïste d'électricité ? C'est une vraie question. Réponse : le Bon Dieu l'a fait lui-même en abandonnant dans la croûte terrestre, avec une incroyable désinvolture, des quantités énormes de radioactivité datant de la naissance de la Terre. Ces déchets de la création du monde représentent des centaines de milliers de fois les déchets cumulés de nos centrales. Si le Bon Dieu l'a fait à grande échelle pour ses déchets, on peut le faire aussi pour les nôtres, à notre modeste échelle, pourvu qu'on le fasse bien. Il ne s'agit donc pas d'un problème moral – et c'est pour moi une constatation essentielle – mais d'un problème d'ingénieurs. Les ingénieurs feront le nécessaire¹¹ ».

Tout est dit. De fait, les déchets nucléaires sont triés et traités avec une extrême rigueur sous le contrôle de l'ASN (Autorité de sûreté nucléaire), les plus dangereux étant fondus dans des matrices de verres spéciaux puis encapsulés dans des conteneurs en acier inoxydable. Ils seront ensuite stockés à

500 m sous terre dans des roches qui n'ont pas bougé depuis plusieurs millions d'années (stockage CIGEO). C'est la solution de référence internationalement reconnue adoptée par la France, qui présente des risques hypothétiques résiduels infinitésimaux. Ces derniers sont à mettre en regard du risque majeur et systémique du réchauffement climatique, qui va avoir des conséquences dramatiques sur des millions de personnes dans le monde et que l'énergie nucléaire permet justement de limiter. La responsabilité sociétale implique de ne pas mettre ces risques sur le même plan.

Un autre sujet a été récemment évoqué par la presse : les besoins en eau de refroidissement des centrales nucléaires, qui pourraient limiter leur production à l'avenir. Ce n'est pas un sujet critique pour plusieurs raisons : d'abord cela ne concerne que les mois d'été, durant lesquels la demande en électricité est faible. Arrêter provisoirement ou réduire la puissance de quelques réacteurs installés sur des fleuves ou rivières à cette période sera donc parfaitement gérable, d'autant plus que tous les réacteurs ne seront pas concernés. Ensuite, les nouveaux réacteurs seront obligatoirement refroidis par l'atmosphère (par des aérorefrigérants humides) qui consomment très peu d'eau, qui s'évapore et ne réchauffe pas les cours d'eau. Enfin, les études prospectives relatives à un réchauffement climatique de 2°C montrent une augmentation limitée des indisponibilités dues à l'eau (de l'ordre de 0,4 % de la production annuelle ces dernières années).

3. L'ÉNERGIE NUCLEAIRE, SOLUTION DE LONG TERME

Tous les atouts de cette énergie sont d'autant plus d'actualité que la situation actuelle passe par un abandon le plus rapide possible (mais néanmoins socialement supportable) des énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel) pour des raisons réglementaires de protection du climat et d'épuisement à terme de leurs réserves. Ces énergies vont devoir être remplacées, majoritairement par de l'électricité décarbonée, dont la production devra à peu près doubler d'ici 2050, avec un complément de biomasse dont les quantités seront limitées par la nature. Prétendre faire cette très difficile révolution énergétique et sociale en se privant du moyen de production de loin le plus efficace pour décarboner l'électricité est illusoire : comme souligné plus haut, les énergies éolienne et solaire photovoltaïque sont et resteront structurellement insuffisantes.

Après des années d'errements politiques ayant conduit à la fermeture prématurée de la centrale de Fessenheim qui aurait pu fonctionner au moins 20 ans de plus, gaspillage économique majeur, le pouvoir politique a heureusement fait le choix enfin responsable et vital pour l'avenir du pays de pérenniser l'énergie nucléaire. Cela passe par deux voies complémentaires :

Prolonger l'exploitation des réacteurs actuels

C'est d'abord techniquement possible. Les plus anciens d'entre eux viennent à peine de dépasser 40 ans d'exploitation et sont en bon état général. Ce d'autant plus qu'ils ont été régulièrement rénovés et que leur niveau de sûreté a été amélioré tous les 10 ans pour tenir compte des progrès des connaissances et du retour d'expérience français et international. À cet égard, aucun pays au monde n'en a fait autant dans l'amélioration de la sûreté de ses réacteurs. Résultat : contrairement à une idée reçue, ils sont beaucoup plus sûrs que lorsqu'ils étaient neufs.

D'autre part, de telles prolongations ne sont pas inédites dans le monde. Les réacteurs américains de même technologie ont obtenu pour la plupart des prolongations de leur licence d'exploitation jusqu'à 60 ans, et certains d'entre eux jusqu'à 80 ans, d'autres faisant l'objet de demandes en cours d'instruction.

En tout état de cause, ces prolongations seront soumises aux contrôles et accords de l'ASN, dont la décision est et sera souveraine en termes de sûreté.

Enfin, ces réacteurs étant largement amortis, ils produisent l'électricité décarbonée et pilotable de loin la moins chère du marché, y compris en tenant compte des améliorations précitées.

Une prolongation jusqu'à au moins 60 ans de la plupart des réacteurs actuels, option considérée comme réaliste, constitue un atout considérable pour le pays, à la fois environnemental et économique.

Relancer un nouveau programme de réacteurs nucléaires

Même prolongés, les réacteurs actuels devront un jour être arrêtés définitivement. Relancer un nouveau programme est donc indispensable à la fois pour pérenniser l'option et pour augmenter les capacités de production indispensables pour produire davantage d'électricité décarbonée. Un premier programme comportant 3 paires de réacteurs de type EPR2 de 1 650 MW (EPR optimisés et standardisés sur la base du retour d'expérience des EPR tête de série) est en cours de développement.

Un deuxième programme de 4 paires d'EPR2 est d'ores et déjà dans les cartons, complété par quelques SMR (Small modular reactors, petits réacteurs destinés à être construits en série).

Il s'agit là d'un programme industriel majeur pour le pays, qui s'inscrit à la fois dans l'urgence d'agir, trop de temps ayant été perdu, et dans un effort de très long terme pour pérenniser l'option nucléaire :

Une première étape législative indispensable a été franchie avec la loi du 22 juin 2023 relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants. Elle permet de raccourcir certaines procédures sans impasses sur la sûreté et sur les impacts sur l'environnement et de gagner un temps précieux.

La filière nucléaire française a toujours permis d'assurer la maintenance et les améliorations du parc existant, mais elle s'était grandement affaiblie dans la construction de nouveaux projets, pendant les 16 années séparant l'engagement du dernier réacteur de 1 450 MW du parc (1991) et celui du premier EPR (2007). Elle est en train de s'organiser pour remonter en puissance industrielle et recruter et former de très nombreux ingénieurs, techniciens et compagnons, les besoins étant estimés à environ 100 000 personnes dans la décennie à venir. Enjeu national considérable, surmontable si le pays s'y engage avec détermination, et qui implique en premier lieu un soutien politique sans faille dans la longue durée.

Enfin, une étape cruciale doit être franchie dans les mois à venir : définir les modalités de financement de ce programme, d'un peu plus de 50 Mds€¹² qui s'amortiront en plus de 50 ans. Le paramètre phare est le taux d'intérêt moyen de ce financement, qui conditionnera au premier ordre le coût du futur kWh : la très longue durée de ce financement conduit par exemple à multiplier par environ 1,6 le coût du kWh produit lorsque l'on passe d'un taux de 4 % à un taux de 8 %¹³. L'impact est majeur et la mise en œuvre d'une ingénierie financière innovante est indispensable pour financer ce nouveau programme au plus bas taux possible, ce d'autant plus que les taux d'intérêt des emprunts ont fortement augmenté.

Un tel investissement peut paraître important, mais il permettra de produire des quantités considérables d'électricité « pilotable » pendant 80 ans. Et il est « sans regrets » comparé à un investissement dans l'éolien et le photovoltaïque, choix de l'Allemagne qui a décidé de se priver de nucléaire. Ce pays a déjà investi 235 Mds€ entre 2000 et 2022¹⁴ dans la construction de son parc éolien (à terre et en mer) et photovoltaïque, de loin le plus important d'Europe. La loi allemande EEG de 2023 prévoit de multiplier ce parc par 5 environ¹⁵ d'ici 2045 pour satisfaire un doublement de la production d'électricité du pays. À prix supposés constants, ce dernier coûtera donc au total environ $235 \times 5 = 1\,175$ Mds€. Mais lors d'une nuit pratiquement sans vent, cet énorme investissement produira très peu d'électricité : à peine quelques % de la puissance éolienne installée. Pour ne pas être privée d'électricité, l'Allemagne devra consentir d'autres investissements très importants en moyens « pilotables » de secours, en stockage-déstockage d'énergie, etc. Cela signe l'impasse de cette stratégie.

4. UN CONTEXTE EUROPEEN DEFAVORABLE MARQUE PAR L'ANTINUCLEARISME

La volonté des pouvoirs publics français de pérenniser et relancer l'option nucléaire dans notre pays se heurte malheureusement à l'antinucléarisme affiché par un certain nombre de pays européens, au premier rang desquels l'Allemagne, l'Autriche, le Luxembourg et quelques autres. Position largement entérinée par la Commission européenne sous influence de ces pays.

Or, cette opposition au nucléaire de la Commission européenne, impulsée par quelques États membres, est non seulement une impasse énergétique, mais elle contrevient à deux traités fondateurs de l'Europe : le traité Euratom (1957), qui a pour but de « faciliter les investissements et assurer, notamment en encourageant les initiatives des entreprises, la réalisation des installations fondamentales nécessaires au développement de l'énergie nucléaire dans la Communauté » ; et le traité de Lisbonne (1990) qui confie à chaque État membre le libre choix des technologies à retenir pour sa production d'électricité. L'Allemagne et les quelques autres pays qui ont choisi de se priver de cette énergie sont dans leur droit le plus absolu. Mais ils n'ont pas celui de vouloir imposer leur choix à toute l'Europe.

Cette opposition au nucléaire s'est manifestée de plusieurs façons. D'abord lors des débats sur la « taxonomie européenne » qui désigne la classification des activités économiques ayant un impact favorable sur le climat et l'environnement, avec pour objectif d'orienter les investissements vers les activités « vertes ». L'énergie nucléaire en était initialement exclue et une rude bataille a dû être menée auprès de la Commission européenne pour la réintégrer dans un « acte délégué » ultérieur. Mais ce dernier a introduit des conditions restrictives scientifiquement arbitraires dans le seul but de gêner son développement. Plus récemment, la France a dû menacer de faire jouer son droit de veto pour faire reconnaître comme décarboné l'hydrogène produit par électrolyse à partir d'électricité nucléaire, alors même que c'est techniquement la façon la plus décarbonée de le produire. Enfin, la réforme du marché de l'électricité a radicalement séparé en deux groupes les pays Européens : ceux qui comme l'Allemagne refusent le nucléaire (ce en dépit de la crise énergétique qui a résulté de l'invasion de l'Ukraine et qui a révélé au grand jour l'impasse géostratégique de la politique énergétique Allemande fondée sur des importations massives de gaz russe à bas prix) et les pays qui ont bien compris qu'ils ne pouvaient se passer de cette énergie. À l'initiative de la France, une « Alliance du nucléaire » a été créée pour rassembler les pays favorables à cette énergie, à savoir, outre la France, la Belgique, la Bulgarie, la Croatie, l'Estonie, la Finlande, la Hongrie, les Pays-Bas, la Pologne, la République tchèque, la Roumanie, la Slovénie, la Slovaquie et la Suède. Ces 14 pays (sur 27 États membres) sont devenus majoritaires et l'Italie, qui a d'énormes difficultés à décarboner son électricité et mise sur les SMR, y a le statut d'observateur.

Ce clivage a heureusement trouvé un début d'issue lors de la réunion des ministres européens de l'énergie sur la réforme du marché de l'électricité, le 17 octobre 2023. Cette réunion avait été précédée par un séminaire franco-allemand à Hambourg le 9 octobre 2023, entre le Président Français et le Chancelier Allemand pour sortir de l'impasse qui s'était créée. L'accord obtenu le 17 octobre ne modifie pas le fonctionnement actuel du marché (demande des Allemands) mais autorise la mise en place de mesures post-marché proposées par la Commission européenne, permettant de stabiliser les prix à long terme pour les consommateurs. L'Allemagne s'opposait jusqu'à présent à ce que ces mesures soient applicables au nucléaire Français existant, craignant semble-t-il avant tout sa

compétitivité prix pour son industrie qui n'en bénéficiait pas. C'était au contraire une demande vitale pour la France, pour permettre de rapprocher les prix pour les consommateurs des coûts réels de production du mix français, alors que le marché les décorrélait fortement.

Cet accord de principe est une avancée incontestable et vient d'être ratifié par le Parlement européen. Il ne reste donc plus qu'à valider les modalités détaillées de son application au nucléaire Français existant.

Un accord tripartite définitif et rapide était en tout état de cause impératif pour sortir de deux années de prix de l'électricité dévastateurs pour l'économie en général, les finances publiques et les consommateurs.

Le choix du nucléaire n'est pas seulement technique : il est aussi celui d'une disponibilité suffisante d'électricité bon marché pérennisant pour la France un standard de pays développé, afin de compenser le très difficile abandon à terme des énergies fossiles.

NOTES

¹ Le rappel historique qui suit se réfère largement au travail de Bouttes, J.-P. (2023). *Souveraineté, maîtrise industrielle et transition énergétique (1) Les conditions de réussite du programme nucléaire français de 1945 à 1975* (p. 72). Paris : Fondapol. Repéré à <https://www.fondapol.org/app/uploads/2023/03/216-nucleaire-i-fr-2023-03-15-w-1.pdf>

² Statistiques des douanes.

³ ANDRA. (2023). *Inventaire national des matières et déchets radioactifs* (p. 24). Châtenay-Malabry. Repéré à https://inventaire.andra.fr/sites/default/files/pdf/20230315_-_andra_-_inventaire_national_-_les_essentiels_2023_-_bd_pap.pdf

⁴ Grenèche, D. (2016). *Histoire et techniques des réacteurs nucléaires et de leurs combustibles*. Paris : EDP Sciences. Repéré à <https://laboutique.edpsciences.fr/produit/962/9782759820320/histoire-et-techniques-des-reacteurs-nucleaires-et-de-leurs-combustibles>

⁵ Moyenne des occupations réelles des sites nucléaires français actuels.

⁶ Variable de $\approx 1,5$ à $2,5$ ha par MW d'après ADEME. (2023). *Sol et énergies renouvelables, rapport final* (Annexe n° 2). Paris. Repéré à <https://bibliothèque.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/6332-sol-et-energies-renouvelables.html>

⁷ $\approx 12,8$ ha par MW d'après ADEME. (2023). *Sol et énergies renouvelables, rapport final* (Annexe n° 2). Paris : ADEME. Repéré à <https://bibliothèque.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/6332-sol-et-energies-renouvelables.html>

⁸ SFEN. (2022, 16 juin). Les émissions carbone du nucléaire français : 4g de CO₂ le kWh. *alterna énergie*. Repéré à <https://www.sfen.org/rgn/les-emissions-carbone-du-nucleaire-francais-37g-de-co2-le-kwh/>

Dans ce travail, le terme CO₂ est employé dans le sens « équivalent CO₂ » (CO₂ eq), en incluant au-delà du CO₂ les gaz à effet suivants : CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆, NF₃, conformément à la définition de l'unité CO₂ eq créée par le GIEC.

⁹ Alterna. (2023, 21 juin). Bilan carbone éolienne : quel impact environnemental ? Repéré à <https://www.alterna-energie.fr/blog-article/bilan-carbone-eolienne-quel-impact-environnemental> et Alterna. (2023, 26 mai). Bilan carbone panneau solaire : combien de CO₂ émis ? *alterna énergie*. Repéré à <https://www.alterna-energie.fr/blog-article/bilan-carbone-panneau-solaire-combien-de-co2-emis>

¹⁰ Calcul sur la base d'une production nette cumulée des réacteurs nucléaires français de 14 200 TWh depuis leur mise en service jusqu'à ce jour, avec des émissions nucléaires unitaires de 4 kg de CO₂ eq/MWh et un mix alternatif au nucléaire qui aurait émis 750 kg de CO₂ eq de plus par MWh. Les émissions évitées liées au nucléaire par rapport au mix alternatif représente 10 700 millions de tonnes d'équivalent CO₂ depuis le début de la commercialisation de l'électricité nucléaire, soit environ 25 fois les émissions totales nationales de 2022 (403,8 millions de tonnes de CO₂ eq, incluant le CO₂ proprement dit, majoritaire, et les autres gaz à effet de serre, tous secteurs économiques confondus).

¹¹ Boiteux, M. (2016). Du muscle à l'atome. *Commentaire* (n°97). Repéré à <https://www.commentaire.fr/du-muscle-a-latome-6396/>

¹² 51,7 Md€ (base 2020) selon étude DGEC (Direction Générale de l'Energie et du Climat, Ministère de la transition écologique et solidaire) et APE (Agence des participations de l'Etat, Ministère de l'économie, des finances et de la relance) - En cours d'actualisation suite à la récente période d'inflation.

¹³ SFEN. (2022). *Combien coûte le nucléaire ? Économie du nucléaire dans le système électrique* ([Note technique]) (p. 132). Paris. Repéré à <https://www.sfen.org/wp-content/uploads/2022/12/Note-de-compétitivité-V2.pdf>

¹⁴ Calculs réalisés à partir des données publiées par le ministère allemand de l'Economie et de l'Environnement, « Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland », février 2023, disponible p.17 à https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=4 cité par Lauer, H. 2023, 11 novembre). « Energies renouvelables : de nombreux défis ». Repéré à <https://allemagne-energies.com/energies-renouvelables/#eco>

¹⁵ Lauer, H. (2022, 1^{er} avril). « L'Allemagne vise un approvisionnement en électricité presque 100% renouvelable d'ici 2035 ». Repéré à <https://allemagne-energies.com/2022/03/07/lallemagne-vise-un-approvisionnement-en-electricite-presque-100-renouvelable-dici-2035/>

SUR L'AUTEUR

Georges Sapy, ingénieur Arts et Métiers et Supélec de formation, a fait toute sa carrière dans le Groupe EDF. Après quelques années dans la R&D, il a travaillé dans l'ingénierie des grandes installations de production d'électricité, majoritairement nucléaires, en France et à l'international (Corée du Sud, Chine) ainsi que thermiques à combustibles fossiles à l'international.

Membre de la SFEN, du collectif Sauvons le Climat et de PNC-France, il s'investit depuis plusieurs années dans les problématiques d'insertion d'électricité variable et intermittente dans les systèmes électriques.

Il a publié plusieurs livres concernant l'énergie nucléaire et la transition énergétique.

PUBLICATIONS RECENTES DE L'IEM

Marques, N. (2023). *Le manque-à-gagner lié au sous-développement de l'épargne retraite*, décembre, 24 pages.

Bentata, P (2023). *Education, la France encore en retard. Evaluation de l'efficacité du système d'éducation et de formation en France*, décembre, 24 pages.

Snowdon, C. (2023). *Indicateur 2023 des Etats-moralisateurs*, 5^{ème} édition, octobre, 88 pages.

Philippe C., Marques, N. et Rogers, J. (2023). *La pression sociale et fiscale réelle du salarié moyen au sein de l'UE*, 14^{ème} édition, juillet, 46 pages.

Marques, N. (2023). *Retraites, mécomptes et déficits publics*, juin, 51 pages.

Marques, N. (2023). *Provisionner pour économiser sans rogner les retraites, l'exemple du Sénat*, juin, 33 pages.

Marques, N. et Portuese, A. (2023). *Télécoms et innovation, donner la priorité à la création de richesse plutôt qu'à la redistribution*, avril, 60 pages.

Philippe, C., (2023). *Le point sur le Covid et ses possibles impacts économiques durables*, février, 13 pages.

Philippe, C., Bénard, V. et Marques, N. (2022). *A la recherche du pouvoir d'achat perdu. Quand des politiques publiques nuisent au pouvoir d'achat*, décembre, 56 pages.

Marques, N. et Philippe C. (2022). *La fiscalité française contre la compétitivité et le pouvoir d'achat, quand la fiscalité anémie la rentabilité et le pouvoir d'achat*, mars, 56 pages.

Bentata, P. (2022). *Le recours à la téléconsultation et à la téléexpertise : quel impact économique attendre en France ? Une économie d'au moins 1 milliard d'euros par an à qualité de soins égale*, janvier, 44 pages.

Bentata, P. et Marques, N. (2021). *Les Impôts de production, contre les salaires, l'emploi et la croissance*, novembre, 58 pages.

Marques, N. et Philippe C. (2021). *The Zero Covid strategy continues to protect people, economies and freedoms more effectively*, septembre, 52 pages.

Collectif (2021). *Pour une réforme des retraites qui réponde aux enjeux français Compétitivité, emploi, innovation avec la capitalisation pour tous*, septembre, 88 pages. Etude réalisée en partenariat avec CroissancePlus.

Institut économique Molinari

Des idées pour un avenir prospère

www.institutmolinari.org

ISBN : 978-2-931091-24-1