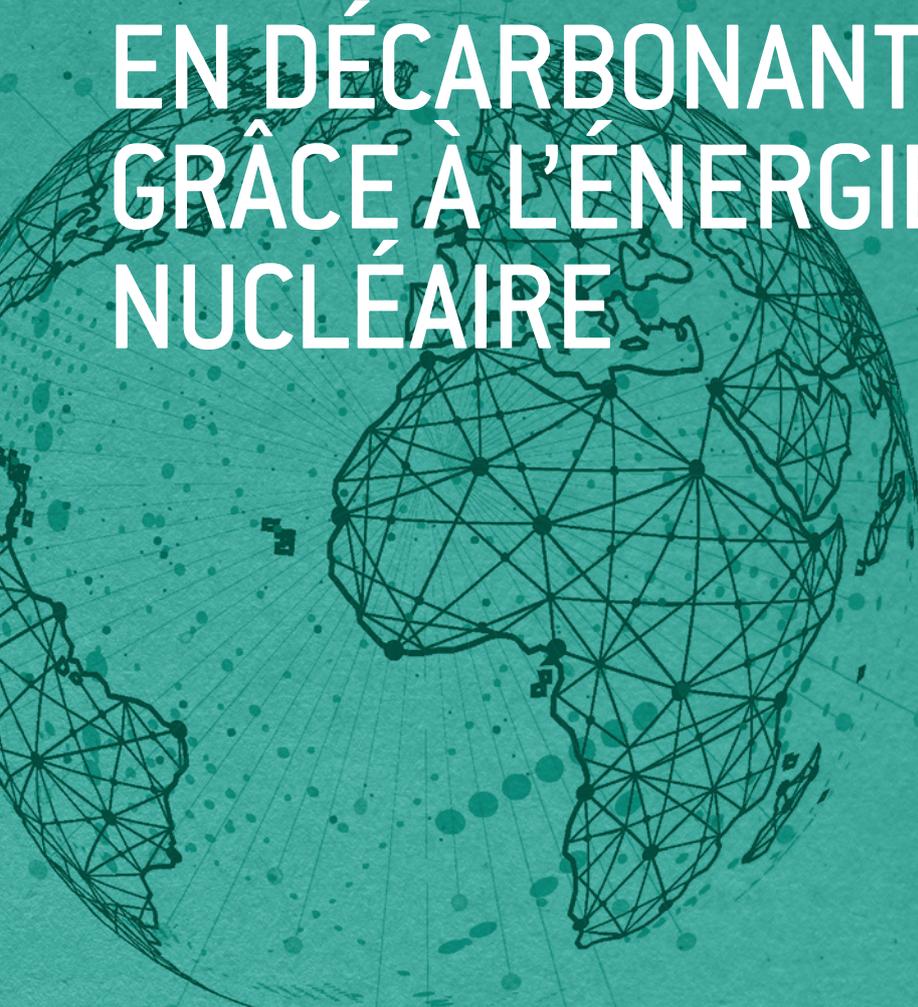


RELOCALISER - DÉCARBONER - RAPATRIER

5



RELOCALISER
EN DÉCARBONANT
GRÂCE À L'ÉNERGIE
NUCLÉAIRE

FONDATION POUR
L'INNOVATION
POLITIQUE
fondapol.org

Valérie FAUDON

Janvier 2021

FONDATION POUR
L'INNOVATION
POLITIQUE
fondapol.org

fondapol.org

RELOCALISER EN DÉCARBONANT GRÂCE À L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Valérie FAUDON

La Fondation pour l'innovation politique
est un think tank libéral, progressiste et européen.

Président : Nicolas Bazire

Vice-Président : Grégoire Chertok

Directeur général : Dominique Reynié

Président du Conseil scientifique et d'évaluation : Christophe de Voogd

FONDATION POUR L'INNOVATION POLITIQUE

Un think tank libéral, progressiste et européen

Née en 2004, la Fondation pour l'innovation politique s'inscrit dans une perspective libérale, progressiste et européenne. Par ses travaux, elle vise deux objectifs : contribuer à un débat pluraliste et documenté, et inspirer la décision publique.

Reconnue d'utilité publique, la Fondation met gratuitement à la disposition de tous la totalité de ses travaux sur le site **fondapol.org**. De plus, sa plateforme **data.fondapol** permet à chacun de consulter l'ensemble des données collectées dans le cadre des enquêtes. Ses bases de données sont utilisables, dans le prolongement de la politique d'ouverture et de partage des données publiques voulue par le gouvernement. Enfin, lorsqu'il s'agit d'enquêtes internationales, les données sont proposées dans les différentes langues du questionnaire, soit par exemple 33 langues pour l'enquête *Démocraties sous tension*, menée dans 42 pays.

La Fondation peut dédier une partie de son activité à des enjeux qu'elle juge stratégiques. Ainsi, le groupe de travail « **Anthropotechnie** » examine et initie des travaux explorant les nouveaux territoires ouverts par l'amélioration humaine, le clonage reproductif, l'hybridation homme-machine, l'ingénierie génétique et les manipulations germinales. Il contribue à la réflexion et au débat sur le transhumanisme. « **Anthropotechnie** » propose des articles traitant des enjeux éthiques, philosophiques et politiques que pose l'expansion des innovations technologiques dans le domaine de l'amélioration du corps et des capacités humaines.

La Fondation pour l'innovation politique est indépendante et n'est subventionnée par aucun parti politique. Ses ressources sont publiques et privées.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	9
I. UN OUTIL DE SOUVERAINETÉ.....	11
1. Le nucléaire a permis de répondre au premier choc pétrolier.....	11
2. La France doit se préparer à de nouveaux chocs énergétiques.....	12
3. Le socle nucléaire français doit être sécurisé sur le long terme.....	14
II. UN FACTEUR DE COMPÉTITIVITÉ.....	16
1. La France est internationalement reconnue pour la qualité de son électricité.....	18
2. Les prix de l'électricité industrielle en France sont parmi les plus bas.....	19
III. UN VECTEUR DE COMPÉTENCES.....	21
1. Avec le nucléaire, la France dispose d'une filière de haute technologie encore complète.....	22
2. La filière a maintenu dans de nombreuses régions un écosystème territorial, terreau d'une possible réindustrialisation.....	23
IV. UN OPÉRATEUR CLÉ DE LA DÉCARBONATION.....	25
1. L'empreinte carbone des produits et services est amenée à devenir un nouveau facteur de compétitivité.....	26
2. Un atout pour le développement de l'industrie 4.0.....	30
3. Un avantage dans la course au nouveau carburant vert : l'hydrogène bas carbone.....	33
CONCLUSION.....	36

RÉSUMÉ

La crise du Covid-19 a révélé la perte d'autonomie stratégique de la France par rapport à certains biens essentiels et rendu d'autant plus visible le décrochage industriel français sur les vingt dernières années. Ce décrochage est responsable non seulement d'une perte de souveraineté mais aussi certainement en partie de la fracture sociale et territoriale grandissante. Alors que le plan de relance présenté en septembre 2020 par le gouvernement accorde une importance particulière aux projets de relocalisations, cette étude s'intéresse aux avantages que représentent les installations nucléaires et la filière nucléaire française dans son ensemble pour les politiques de relocalisation et, au-delà, de réindustrialisation.

Elle démontre notamment que le nucléaire est en France un outil de souveraineté permettant de résister aux chocs énergétiques, un facteur de compétitivité-coût favorisant l'attractivité internationale du pays pour les industriels et un vecteur de compétences, terreau d'une possible réindustrialisation au cœur des territoires. Finalement, la filière nucléaire française est un opérateur clé de la décarbonation en France et présente des atouts certains, non seulement parce que l'empreinte carbone des produits et services est amenée à devenir un nouveau facteur de compétitivité mais aussi parce qu'elle permet à notre pays de se placer dans la course au carburant vert (l'hydrogène) et de se positionner dans les secteurs de demain gros consommateurs d'électricité, tels celui des data centers.

RELOCALISER EN DÉCARBONANT GRÂCE À L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Valérie FAUDON

Déléguée générale de la Société française d'énergie nucléaire (SFEN), enseignante à Sciences Po.

INTRODUCTION

Au milieu des années 1970, le premier choc pétrolier avait révélé la perte de souveraineté énergétique de la France et sa dépendance aux hydrocarbures importés. La principale réponse du gouvernement en place à l'époque avait été de lancer la construction du parc nucléaire dont nous disposons aujourd'hui pour notre alimentation en électricité. Au-delà des questions d'indépendance énergétique, cette décision a permis le développement d'une filière industrielle qui est aujourd'hui la troisième filière française, derrière l'aéronautique et l'automobile.

De la même façon, au printemps 2020, la crise du Covid-19 a révélé la perte d'autonomie stratégique de notre pays par rapport à des biens essentiels, en particulier dans le domaine de la santé (masques, respirateurs, médicaments...). Plusieurs économistes avaient déjà alerté sur le décrochage industriel de la France sur ces vingt dernières années¹, responsable non seulement d'une perte de souveraineté mais aussi certainement en partie de la fracture sociale et territoriale à l'origine de la crise des Gilets jaunes qui a débuté en novembre 2018. Alors, après que les gouvernements successifs ont cherché à freiner le transfert d'activités du territoire national vers l'étranger,

1. Voir notamment Élie Cohen et Pierre-André Buigues, *Le Décrochage industriel*, Fayard, 2014.

le plan de relance présenté début septembre 2020 intègre officiellement 34 milliards d'euros en deux ans pour augmenter la compétitivité industrielle française, dont 600 millions d'euros pour financer des entreprises qui présenteraient des projets de relocalisation².

Beaucoup mettent en garde contre les limites et difficultés rencontrées en général par ces politiques, et recommandent de construire des avantages compétitifs de long terme plutôt que de subventionner artificiellement des activités à court terme. Plus que le rapatriement d'activités anciennes, Paul-Adrien Hyppolite propose, par exemple, des politiques visant à « localiser » en France des activités nouvelles, créatrices de valeur³. D'autres analystes incitent aussi à se demander d'abord pour quelles raisons une entreprise choisirait de produire en France et d'y rester : formation et compétences de la main-d'œuvre, qualité des infrastructures, efficacité des écosystèmes locaux, cadre réglementaire et fiscal, etc.⁴

La présente note a pour objet de faire le lien entre la crise de 1970 et celle que nous vivons actuellement, et d'étudier les atouts que représentent les installations nucléaires françaises et la filière nucléaire dans son ensemble pour les politiques de relocalisation et, au-delà, de réindustrialisation. Nous analyserons les avantages comparatifs apportés par le nucléaire comme outil de souveraineté, comme facteur de compétitivité, comme vecteur de compétences, puis comme opérateur clé de la décarbonation.

2. Voir Marc Vignaud, « Plan de relance : Bruno Le Maire mise sur la renaissance de l'industrie », lepoint.fr, 3 septembre 2020 [www.lepoint.fr/economie/plan-de-relance-bruno-le-maire-mise-sur-la-renaissance-de-l-industrie-03-09-2020-2390268_28.php].

3. Voir Paul-Adrien Hyppolite, *Relocaliser la production après la pandémie ?*, Fondation pour l'innovation politique, septembre 2020 [www.fondapol.org/etude/relocaliser-la-production-apres-la-pandemie/].

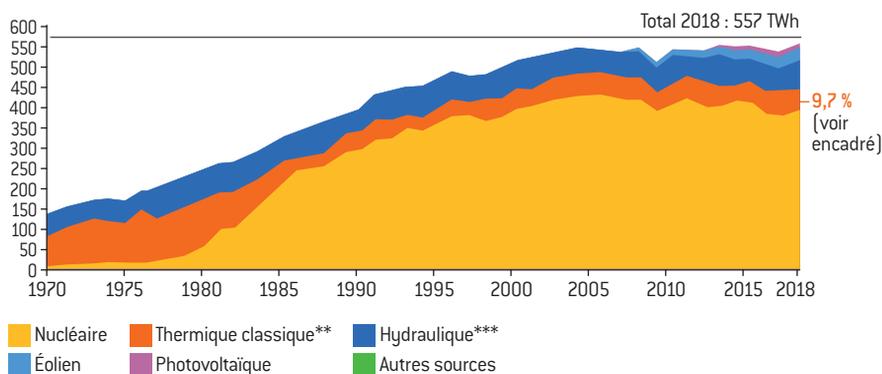
4. Voir Sonia Bellit, Caroline Granier et Caroline Mini, « Localiser l'industrie plutôt que la relocaliser ? », la-fabrique.fr, 8 septembre 2020 [www.la-fabrique.fr/fr/blog/localiser-lindustrie-plutot-que-la-relocaliser/]; et Frédéric Gonand, *Relocalisations : laisser les entreprises décider et protéger leur actionariat*, Fondation pour l'innovation politique, septembre 2020 [www.fondapol.org/etude/relocalisations-laisser-les-entreprises-decider-et-protoger-leur-actionariat-2/].

I. UN OUTIL DE SOUVERAINETÉ

1. Le nucléaire a permis de répondre au premier choc pétrolier

En 1970, avec l'augmentation du niveau de vie, la consommation d'électricité est en pleine croissance. Les deux tiers de l'électricité française sont encore produits avec des centrales thermiques classiques (charbon, pétrole, gaz), dont les coûts de production sont alors fortement dépendants des cours des marchés de l'énergie. Avec la guerre du Kippour et l'escalade du conflit israélo-arabe, l'économie française va se retrouver confrontée à un quadruplement du prix du pétrole entre octobre 1973 et mars 1974. Avec le plan Messmer et ses évolutions successives, la France construira 58 réacteurs nucléaires entre 1978 (Fessenheim 1-2) et 2002 (Civaux 1-2), pour un coût de construction évalué par la Cour des comptes à près de 73 milliards d'euros (valeur en euros 2010)⁵. En 2019, la part des centrales thermiques fossiles représentait moins de 8 % de l'approvisionnement électrique⁶.

Production nette d'électricité en France (y compris DOM) (en TWh*)



* 1 térawattheure (TWh) équivaut à 1 milliard de kilowattheures (kWh).

** Thermique à combustibles fossiles (charbon, fioul, gaz naturel), biomasse ou déchets.

*** Y compris énergie marémotrice.

Sur ce graphique sont représentés, pour les années données, le total de la production nette d'électricité en France et la proportion que représente chaque source d'énergie sur ce total. En 2018 notamment, la production totale est de 557 TWh et l'énergie thermique classique a produit 54,2 TWh de ce total (9,7 %), la majeure partie étant issue de l'énergie nucléaire.

Source : Commissariat général au développement durable, *Chiffres clés de l'énergie, Édition 2019*, septembre 2019 (www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-09/datalab-59-chiffres-cles-energie-edition-2019-septembre2019.pdf), selon les données RTE, EDF et SDES (enquête annuelle sur la production d'électricité).

5. Cour des comptes, « Les coûts de la filière électronucléaire », rapport public thématique, janvier 2012, p. 42 (www.ccomptes.fr/sites/default/files/EzPublish/Rapport_thematique_filiere_electronucleaire.pdf).

6. Réseau de transport d'électricité (RTE), *Bilan électrique 2019*, p. 25 (https://bilan-electrique-2019.rte-france.com/wp-content/uploads/2020/02/pdf_BE2019.pdf).

En se tournant vers le nucléaire, la France aura réduit ses importations d'hydrocarbures pour un montant estimé à 25 milliards d'euros par an⁷. Le coût de production d'une centrale nucléaire, à la différence des centrales à gaz ou à charbon, a la particularité d'être peu sensible au prix de l'uranium, qui ne représente que 5 % du coût total. Les importations correspondantes d'uranium ne représentent qu'entre 500 millions et 1 milliard d'euros par an. À titre de comparaison, la France a dépensé en 2019 plus de 44 milliards d'euros pour s'alimenter en charbon, gaz et produits pétroliers, ce qui représente la quasi-totalité des hydrocarbures qu'elle consomme dans les transports et l'habitat tertiaire⁸.

Parallèlement aux investissements dans le parc nucléaire, la France a renforcé la robustesse de sa chaîne d'approvisionnement en uranium pour garantir sa souveraineté. Ainsi EDF dispose à court terme d'un stock d'uranium en France correspondant à deux ans de production d'électricité. En comparaison, les réserves d'hydrocarbures représentent moins de six mois de la consommation annuelle française. De plus, Orano (ex-Areva) dispose d'un stock stratégique d'uranium appauvri qui peut se substituer à tout moment à sept ou huit ans de consommation d'uranium naturel en utilisant les capacités modernes de conversion et d'enrichissement domestiques⁹. La France a réduit ses besoins en uranium naturel en développant, au travers d'Orano, une filière de recyclage des combustibles. Aujourd'hui, 10 % de l'électricité nucléaire française est ainsi produite à partir de matières recyclées. À moyen terme, la France possède, toujours par le biais d'Orano, un portefeuille de réserve en uranium représentant trente années de consommation¹⁰.

2. La France doit se préparer à de nouveaux chocs énergétiques

Si, à présent, la France ne consomme presque plus de gaz et de pétrole pour produire de l'électricité, elle en est toujours très dépendante dans les transports et l'habitat tertiaire. Elle importe la quasi-totalité des hydrocarbures qu'elle consomme : la facture énergétique (solde des produits énergétiques) était encore de 44,8 milliards d'euros en 2019¹¹, ce qui représentait à peu près deux tiers de notre déficit commercial total.

7. Calcul de la Société française d'énergie nucléaire (SFEN) en prenant l'hypothèse du remplacement du parc nucléaire actuel par des centrales à gaz.

8. Commissariat général au développement durable, *Bilan énergétique de la France en 2019 - Données provisoires*, avril 2020, p. 2 (www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-04/data-lab-essentiel-211-bilan-energetique-provisoire-2019-avril2020.pdf).

9. À noter que ces stocks, pour garder leur rôle stratégique, doivent rester classifiés en tant que matières et non en tant que déchets. Il s'agit là d'un débat en cours.

10. Fin 2019, les réserves minérales des gisements d'Orano s'établissaient à près de 196 362 tonnes d'uranium [Orano, *Rapport annuel d'activité 2019*, p. 18, www.orano.group/docs/default-source/orano-doc/finance/publications-financieres-et-reglementees/2019/orano_rapport-annuel-activite_2019_ydef.pdf?sfvrsn=79cbcf06_8].

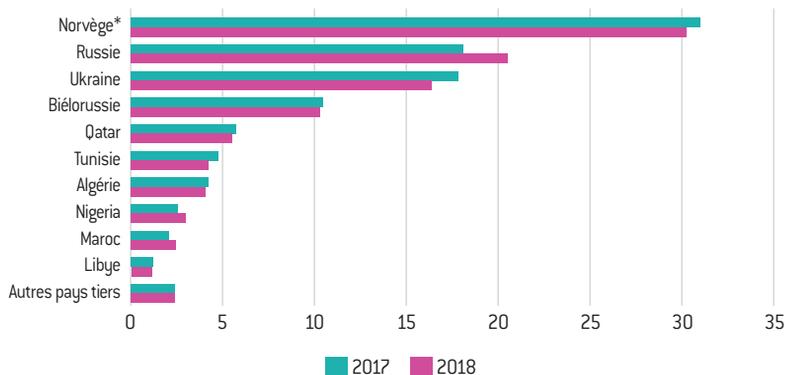
11. Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères-Ministère de l'Économie et des Finances, *Le Commerce extérieur de la France. Rapport 2020*, février 2020, p. 18 (www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2c7eaae5-7a97-4cbf-9d85-7ae9b05b36fd/files/7cba2edc-fd9a-430c-a92f-12514424b6cb).

Notre pays est donc toujours très vulnérable à de futurs chocs sur les marchés internationaux du gaz et du pétrole. Or la situation est amenée à se dégrader dans les années qui viennent, laissant précisément craindre un nouveau choc.

Rappelons que le pétrole conventionnel a déjà atteint son pic vers 2008 et que les incertitudes sont fortes sur la croissance de la production de pétrole de schiste aux États Unis, qui a connu un net ralentissement. Fin 2018, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) évaluait la perspective du pic pétrolier à 2025¹². C'est demain, considérant que les infrastructures énergétiques ne peuvent évoluer que sur les temps longs. Le pétrole représente encore un tiers de la consommation énergétique européenne. Les importations avoisinent les 95 % de la consommation. À noter que le premier fournisseur de l'Union européenne est la Russie (30 % des importations), suivie de l'Iraq et de l'Arabie saoudite, trois pays au centre d'enjeux géopolitiques importants.

Le gaz, quant à lui, représentait environ 22 % de la consommation énergétique de l'Union européenne en 2018. Avec le déclin progressif de la production intra-européenne, l'Union européenne importe aujourd'hui près de 80 % de ses besoins en gaz. Au-delà de son premier pays fournisseur, la Norvège (30 %)¹³, elle s'approvisionne principalement en Russie et dans les pays de l'Est, au Moyen-Orient et en Afrique du Nord.

Importations de gaz naturel par l'Union européenne en dehors de l'Union européenne, par pays d'origine, en 2017 et 2018 (en %)



* Données provisoires pour 2017 et 2018.

Note : Ce graphique représente les entrées dans les pays de l'Union européenne de gaz naturel issu des pays hors Union européenne. La Suisse est cependant exclue de la liste des pays d'origine car le gaz qui transite par la Suisse (et qui entre dans l'Union européenne depuis ce pays enclavé) a par définition déjà été signalé comme une entrée par un autre État membre de l'Union européenne.

Source : Fondation pour l'innovation politique, selon les données Eurostat (https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_124m&lang=en).

12. Voir Agence internationale de l'énergie (AIE), World Energy Outlook 2018, iea.org, novembre 2018 (www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2018).

13. Eurostat, *Energy data, 2020 edition*, juillet 2020 (<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/11099022/KS-HB-20-001-EN-N.pdf/bf891880-1e3e-b4ba-0061-19810ebf2c64?t=1594715608000>).

Même si la consommation européenne de gaz est stable, plusieurs pays qui sortent du nucléaire (Allemagne, Belgique...) sont actuellement engagés dans des stratégies qui impliqueront une dépendance accrue vis-à-vis de centrales à gaz dans la production d'électricité. Le gazoduc Nord Stream 2, dont la mise en service était initialement prévue début 2020, est ainsi censé doubler les capacités de livraison de gaz russe de Nord Stream 1, opérationnel depuis 2012, à destination de l'Europe occidentale *via* la mer Baltique.

Pour s'affranchir de ces nouveaux risques, la France dispose de deux voies principales dans lesquelles elle doit s'engager conjointement : les économies d'énergie et la substitution de l'électricité nationale au gaz et au pétrole dans de nombreux usages, principalement dans les transports et l'habitat tertiaire. Comme on pourra le voir plus loin, ces deux voies sont également celles que la France doit suivre pour atteindre ses objectifs de neutralité carbone au long terme.

3. Le socle nucléaire français doit être sécurisé sur le long terme

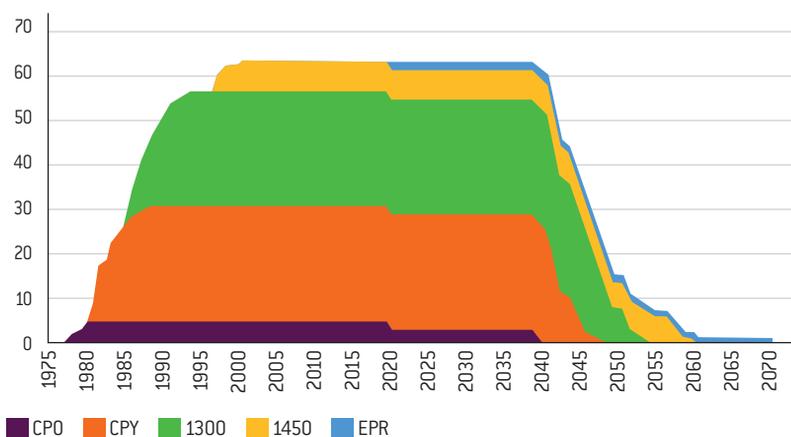
Dans les années qui viennent, la sécurité d'approvisionnement française pourra être assurée par la rénovation et la prolongation des réacteurs nucléaires existants pour cinquante ou soixante ans d'exploitation. Néanmoins, la loi énergie et climat du 8 novembre 2019 a fixé un objectif de réduction de la part du nucléaire dans la production électrique à 50 % en 2035¹⁴. La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de 2020 prévoit, pour atteindre cet objectif, un important développement des énergies renouvelables (solaire et éolien) dans le mix et la mise à l'arrêt définitif, à partir de 2027 (voire même 2025), de douze réacteurs de 900 MW avant 2035 (les deux réacteurs de Fessenheim ayant déjà été fermés)¹⁵. Au-delà, à l'horizon 2040, la France peut être confrontée à un important « effet-falaise » lié au calendrier historique extrêmement rapide de construction des réacteurs dans les années 1980¹⁶.

14. Voir loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat, *Journal officiel*, 9 novembre 2019 [www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039355955].

15. Voir Ministère de la transition écologique et solidaire, *Stratégie française pour l'énergie et le climat. Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2023 2024-2028*, 2020, p. 162 (www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20200422%20Programmation%20pluriannuelle%20de%20l%27e%CC%81nergie.pdf).

16. Voir Marco Baroni, *Nuclear energy: changing the balance of power?*, Fondation pour l'innovation politique, décembre 2020 [www.fondapol.org/en/etudes-en/nuclear-energy-changing-the-balance-of-power/].

Évolution du parc nucléaire français selon la famille de réacteurs, avec une hypothèse de durée de fonctionnement à soixante ans



Note : Les différents acronymes en légende sont des noms de paliers ou familles de réacteurs identiques. Les CP0 et CPY sont des 900MW, viennent ensuite les réacteurs 1300MW, les 1450MW (aussi appelés N4) et enfin les EPR.

Source : Société française de l'énergie nucléaire (SFEN), « Quand décider d'un renouvellement du parc nucléaire français ? », avril 2019, p. 22 (www.sfen.org/sites/default/files/public/atoms/files/note_avril_renouvellement_du_parc.pdf).

Ces défis auxquels sera confronté notre système électrique sont sans précédent : il faudra à la fois renouveler l'essentiel de l'infrastructure de production et changer le paradigme qui assurait l'équilibre du système électrique. Aujourd'hui, l'électricité ne se stocke pas à grande échelle et le gestionnaire du réseau électrique doit pouvoir disposer à tout moment des moyens de production nécessaires pour équilibrer la demande des consommateurs. Or le réseau va connaître une baisse de la part des moyens dits « pilotables », qui fonctionnent à la demande (nucléaire, gaz), et une augmentation de la part des moyens dits « intermittents » ou « variables », dont la production varie en fonction de la situation d'ensoleillement ou de vent.

En parallèle, notre système électrique devra aussi faire face à plusieurs incertitudes importantes. La première concerne les stratégies de nos voisins qui, désormais, avec les interconnexions¹⁷, ont un très fort impact sur la sécurité d'approvisionnement française. Les fermetures de centrales à charbon en Europe, qui sont pilotables, devraient représenter d'ici à 2040 une perte de capacité pilotable (110 GW) équivalente à deux fois la taille du parc nucléaire français (aujourd'hui de 61,4 GW)¹⁸.

17. Les interconnexions correspondent aux redondances de connexions du réseau de transport d'électricité au sein du maillage européen.

18. Société française de l'énergie nucléaire (SFEN), « Peut-on prendre le risque de ne pas renouveler le parc nucléaire français ? Scénarios 2050 de Compass Lexecon pour la SFEN », juin 2020, p. 33 (<https://new.sfen.org/wp-content/uploads/2020/06/SFEN-Peut-on-prendre-le-risque-de-ne-pas-renouveler-le-parc-nucl%C3%A9aire-fran%C3%A7ais.pdf>) ; Connaissance des énergies, *Parc nucléaire français*, fiche pédagogique, 1^{er} juillet 2020 (www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/parc-nucleaire-francais).

La seconde incertitude touche la demande électrique, qui sera fonction en particulier de l'évolution du mode de vie et des attentes des Français. La « Stratégie nationale bas-carbone » (SNBC) prévoit une augmentation de la consommation électrique nationale de 30 % d'ici à 2050, en grande partie liée à l'électrification des usages dans le domaine de la mobilité et de l'habitat tertiaire, mais aussi pour la production de nouveaux vecteurs d'énergie comme l'hydrogène¹⁹. Enfin, de nombreuses incertitudes technologiques et industriels subsistent quant au potentiel des énergies renouvelables en France, que ce soit sur les gisements (ressources), sur les rythmes possibles de déploiement ou, surtout, sur les moyens de stockage d'électricité à grande échelle, permettant par exemple de stocker d'une saison à l'autre.

Face aux enjeux et dans le contexte d'incertitude actuel, il est nécessaire d'anticiper le renouvellement du parc nucléaire en préparant la mise en service de nouveaux moyens de production nucléaires dès le début de la décennie 2030. Ne pas prendre la décision de renouveler le parc nucléaire en temps et en heure peut exposer notre pays à des risques très importants. Ainsi, en Belgique, début octobre 2020, le nouveau gouvernement a confirmé, dans un accord de coalition avec le parti écologiste, la fermeture de ses centrales nucléaires pour 2025, alors qu'elles représentent plus de la moitié de l'électricité du pays. Le gestionnaire du réseau a souligné le risque que le pays ne puisse alors s'approvisionner chez ses voisins, comme la France ou l'Allemagne, qui n'auront pas nécessairement la capacité excédentaire disponible au moment elle en aura besoin. Alors que les seuls moyens de remplacement susceptibles d'être construits rapidement ne pourront être que des centrales à gaz, très émettrices de CO₂, on voit que la fermeture du parc nucléaire représenterait une régression à la fois en matière de sécurité d'approvisionnement et en matière climatique.

II. UN FACTEUR DE COMPÉTITIVITÉ

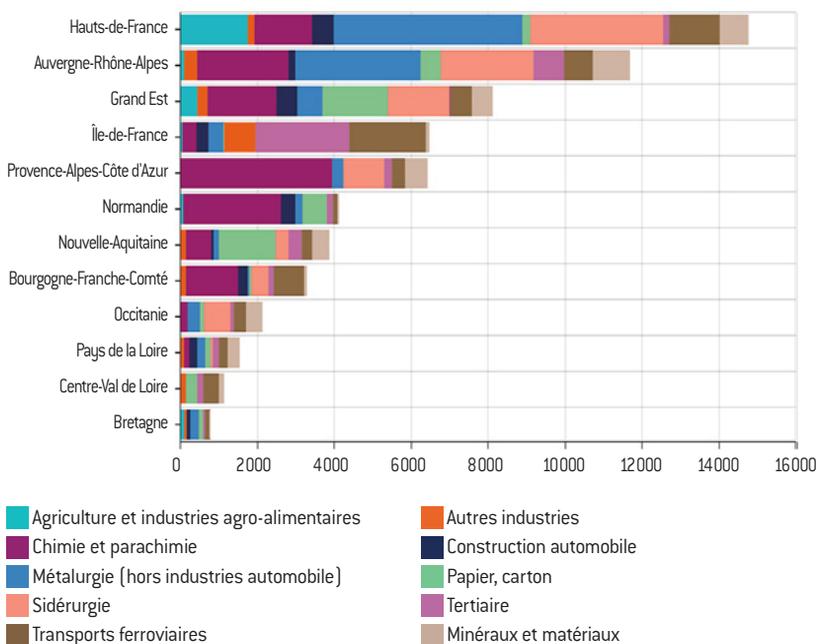
La production et la distribution d'électricité sont, d'une manière générale, l'une des infrastructures clés d'une économie. C'est un facteur différenciant pour attirer les investisseurs étrangers : une étude de 2017, réalisée dans 81 pays, a ainsi montré que la disponibilité de l'électricité était le premier facteur en termes d'impact pour attirer les investisseurs, devant la liberté économique²⁰.

19. Ministère de la Transition écologique et solidaire, Stratégie nationale bas-carbone (SNBC). *La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone*, mars 2020, p. 31 (www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2020-03-25_MTES_SNBC2.pdf).

20. Voir Suborna Barua, Junnatum Naym et Hazera-Tun-Nessa, « Economic Climate, Infrastructure and FDI: Global Evidence with New Dimensions », *International Journal of Business and Economics* (School of Management Development, Feng Chia University, Taichung, Taiwan), vol. 16, no 1, p. 31-48, juin 2017.

C'est précisément le cas pour les installations industrielles, qui nécessitent une disponibilité électrique ininterrompue et de haute qualité. Aujourd'hui, selon Réseau de transport d'électricité (RTE), et malgré les délocalisations amorcées depuis le début des années 2000, près de 650 sites industriels sont encore raccordés directement au réseau de transport d'électricité sur l'ensemble du territoire²¹. Il s'agit des plus gros sites industriels français regroupant la quasi-totalité des électro-intensifs des secteurs historiques (sidérurgie, métaux non ferreux, chimie lourde, papier, automobile ou encore transport ferroviaire). La consommation industrielle varie selon les régions et reflète bien aujourd'hui le tissu industriel français par sa localisation et sa spécialisation.

Répartition sectorielle de la consommation de la grande industrie en région (en MWh)



Source : Réseau de transport d'électricité (RTE), *Bilan électrique 2019*, p. 81
https://bilan-electrique-2019.rte-france.com/wp-content/uploads/2020/02/pdf_BE2019.pdf.

En 2019, la grande industrie a représenté en France environ 17% de la consommation d'électricité nationale, en recul de 3% par rapport à 2018, avec en particulier une baisse notable dans les secteurs de la sidérurgie, du papier et du carton ainsi que dans la construction automobile. Surtout, elle est en recul de près de 14% en quinze ans, avec une forte chute en 2008, suivie d'un léger rebond mais d'un étiolement depuis²².

21. Réseau de transport d'électricité (RTE), *Qui sont nos clients ?* (www.rte-france.com/node/6945).

22. Réseau de transport d'électricité (RTE), *op. cit.*, p. 11-12 et 17.

1. La France est internationalement reconnue pour la qualité de son électricité

Aujourd'hui, grâce à son parc nucléaire, son parc hydroélectrique et son réseau de transport d'électricité, la France bénéficie d'une excellente réputation internationale. Selon le Choiseul Energy Index : « En termes de qualité, de disponibilité et d'accès à l'électricité, la France arrive en tête du classement, *ex æquo* avec la Corée du Sud. Cela s'explique notamment en raison d'un parc nucléaire important²³. » Par qualité de la fourniture d'électricité, on entend en général deux facteurs : la continuité de l'alimentation électrique et la qualité de l'onde de tension (absence de perturbations sur la tension et la fréquence).

La continuité d'alimentation recouvre l'absence de coupures ou d'interruptions du réseau, qu'elles soient très brèves ou longues. L'électricité ne se stockant pas à grande échelle, il appartient au gestionnaire d'électricité, RTE en France, d'ajuster l'équilibre à chaque seconde entre l'électricité produite et ce que les Français, particuliers ou entreprises, consomment. Ce gestionnaire doit surveiller en permanence le réseau, maîtriser les flux entre les régions et avec nos voisins européens, et anticiper les évolutions de la consommation électrique à court, moyen et long terme. Les centrales nucléaires sont un véritable atout pour la continuité d'approvisionnement : comme nous l'avons vu précédemment, un réacteur est un moyen de production dit « pilotable », au même titre que l'hydroélectricité et les centrales thermiques fossiles. En dehors des périodes d'arrêt programmé (tous les 12 à 18 mois) pour maintenance et rechargement du combustible, un réacteur fonctionne 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24. Il peut même ajuster ou baisser sa production en fonction de la demande du réseau, si la demande baisse (la nuit, par exemple) ou si la production solaire et éolienne, prioritaire sur le réseau, est très forte. L'énergie nucléaire est aussi le socle d'un système électrique solidaire. Grâce à un réseau électrique et à des centres de production nucléaire répartis sur tout le territoire, le modèle français permet de bénéficier du même tarif et de bénéficier de la même qualité de service partout. Par exemple, la Bretagne, qui ne produit que 15 % de sa consommation d'électricité, est alimentée par les centrales nucléaires de la vallée de la Loire et de la Manche²⁴.

Grâce à notre parc nucléaire, les Français ont oublié les coupures d'électricité des années 1950 et 1960... comme ils avaient oublié les grandes pandémies. La préoccupation de la continuité d'alimentation revient pourtant au premier plan actuellement dans plusieurs grands pays industriels, qui gèrent dans la difficulté des transitions vers des systèmes électriques avec un pourcentage élevé d'énergies renouvelables intermittentes (solaire, éolien).

23. KPMG et Institut Choiseul, « L'Institut Choiseul et KPMG présentent la 4^{ème} édition du Choiseul Energy Index, le baromètre mondial de la compétitivité énergétique des États », communiqué de presse, 12 février 2016, p. 3 (www.choiseul-france.com/wp-content/uploads/2019/06/CP-Choiseul-Energy-Index-2016.pdf).

24. Réseau de transport d'électricité (RTE), *Bilan électrique 2018* (<https://bilan-electrique-2018.rte-france.com/territoires-et-regions-equilibre-entre-production-et-consommation/>).

Ainsi, en août 2020, la Californie a vu les exploitants de son réseau électrique, confrontés à une vague de chaleur, devoir imposer des coupures de courant aux entreprises et aux particuliers pour la première fois depuis 2001²⁵. Ces coupures résultaient d'un déséquilibre entre la consommation d'électricité (utilisation intensive de la climatisation) et sa production : indisponibilité imprévue de certaines centrales à gaz, imports limités en électricité des États voisins (confrontés aux mêmes problèmes), production solaire qui chutait naturellement en fin d'après-midi et production éolienne insuffisante vu les conditions de vent. En 2014, la Californie avait fermé sa centrale nucléaire de San Onofre et elle compte toujours fermer celle de Diablo Canyon en 2025. Certains estiment aujourd'hui que la situation va continuer à se dégrader : « Dans un État comme la Californie, les entreprises sont obligées de tenir compte des coupures et de s'y préparer, explique ainsi un analyste américain. Nous prévoyons une forte croissance du marché des réseaux décentralisés dans les États où les coupures sont fréquentes et les coûts de l'électricité élevés ou volatils²⁶. »

Au-delà des questions de garantie de la fourniture d'électricité, les industriels exigent une qualité supplémentaire de la fourniture, car certains d'entre eux possèdent des installations sensibles à d'éventuelles perturbations de la forme de l'onde de tension délivrée par le réseau (creux de tension, surtensions impulsionnelles, variations de fréquence ou encore papillotements). Ils peuvent être amenés à demander des services de surveillance étroite des perturbations de l'onde électrique. RTE propose ainsi aujourd'hui un service sur lequel le gestionnaire s'engage sur « un nombre maximal annuel de creux de tension [...] avec indemnisation possible en cas de dépassement du seuil²⁷ ».

2. Les prix de l'électricité industrielle en France sont parmi les plus bas

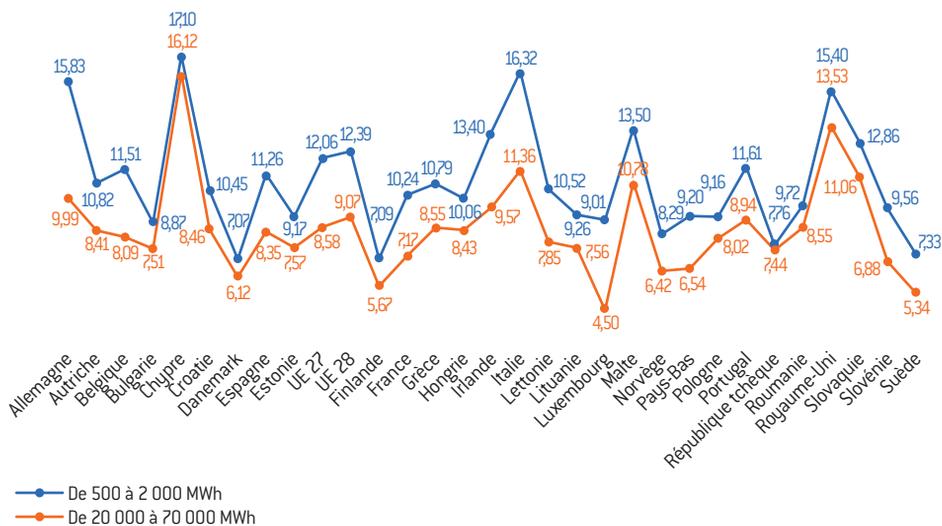
Malgré des progrès très importants en termes d'efficacité énergétique, les industriels restent de grands consommateurs d'électricité. Pour certains, la question du prix de l'électricité comme facteur de production est même un point clé de leur compétitivité, donc de leur décision d'investir, ou de rester en France. Aujourd'hui, la France fait partie des pays d'Europe où le prix de l'électricité industrielle est le plus bas, avec les pays scandinaves, la Finlande, le Luxembourg, les Pays-Bas et la Slovénie (voir graphique ci-contre).

25. Voir Alex Trembath et Zeke Hausfather, « California Reveals That the Transition to Renewable Energy Isn't So Simple », slate.com, 19 août 2020 (<https://slate.com/technology/2020/08/california-blackouts-wind-solar-renewable-energy-grid.html>).

26. Isaac Maze-Rothstein, analyste chez Wood Mackenzie, cité in Vincent Collen, « Schneider prêt à pallier la fragilité du réseau électrique américain », lesechos.fr, 24 août 2020 (www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/schneider-pret-a-pallier-la-fragilite-du-reseau-electrique-americain-1236270).

27. Réseau de transport d'électricité (RTE), « Qualité de l'électricité : les services Qualité de la Tension+ (Q+) et Sup Quali+ », services-rte.com (www.services-rte.com/fr/decouvrez-nos-offres-de-services/qualite-de-l-electricite-les-services-qualite-tension-et-sup-quali-2.html).

Prix de l'électricité industrielle dans les pays de l'Union européenne ainsi qu'au Royaume-Uni et en Norvège en 2019, sans taxes (en centimes d'euro/kWh)*



* Ces prix sont bien sûr indicatifs car ils dépendent de la taille des entreprises et des différentes taxes et incitations locales.

Source : Fondation pour l'innovation politique, selon les données Eurostat, disponibles sur le site du Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), « Internationaler Energiepreisvergleich für Industrie, Erdgas und Elektrizität », feuillet 29a du fichier Excel téléchargeable, 16 octobre 2020 (www.bmwi.de/Redaktion/DE/Infografiken/Energie/Energiedaten/Energiepreise-und-Energiekosten/energiedaten-energiepreise-37.html).

La chimie et la métallurgie, par exemple pour l'acier et l'aluminium, font partie de ces secteurs pour lesquels le prix de l'électricité industrielle est un critère fondamental. Selon l'Union des industries utilisatrices d'énergie (Uniden), parmi les grands consommateurs d'électricité, on trouve d'abord les industriels hyper électro-intensifs (HEI), avec des acteurs de la chimie comme Kem One, Arkema, Métaux spéciaux, Eramet, Vencorex ou encore Ineos. Pour eux, « le prix de l'énergie est une question vitale car il peut constituer jusqu'à 40, voire 50 % du prix de revient de leurs produits²⁸ ». Viennent ensuite les électro-intensifs, avec de nombreux autres chimistes comme Solvay ou Segens, pour lesquels, « sans être vital, le prix de l'énergie y a une incidence directe importante sur la valeur ajoutée de l'entreprise²⁹ ». Enfin, parmi les grands consommateurs, on trouve « des industriels qui consomment de grandes quantités d'énergie mais réparties sur de très nombreux sites : c'est typiquement le cas de l'automobile ou des transports. Pour tous, l'accès à l'énergie est un facteur clé de compétitivité par rapport à leurs concurrents à l'international³⁰ ».

28. Nicolas de Warren, in « Interview Nicolas de Warren-Uniden : "Produire en France c'est bon pour le climat" », propos recueillis par Sylvie Latieule, info-chimie.fr, 1^{er} octobre 2019 (www.info-chimie.fr/produire-en-france-c'est-bon-pour-le-climat,102659).

29. *Ibid.*

30. *Ibid.*

Ces industries se sont développées en s'appuyant sur le parc hydroélectrique et nucléaire, qui garantissait une électricité avec des prix à la fois prédictibles et bon marché. Le coût de production de l'électricité nucléaire présente l'avantage d'être hautement prédictible car très peu tributaire des cours de l'uranium : celui-ci ne représente que 5 % des coûts totaux de production³¹. Le marché de l'uranium est différent de ceux des autres matières premières : les risques géopolitiques sont faibles (plus de 40 % des réserves actuelles en uranium se trouvent dans les pays de l'OCDE)³² et la plupart des échanges se font au travers de contrats à long terme, de plusieurs dizaines d'années. Ces sites industriels « ne peuvent, pour la plupart et essentiellement du fait des volumes requis, que s'appuyer contractuellement sur le parc hydro-nucléaire qui seul peut leur apporter la visibilité et la compétitivité de long terme requise³³ ». Ainsi, le site Aluminium Dunkerque, implanté historiquement par le groupe Pechiney dans les Hauts-de-France, sur le site même de la centrale nucléaire de Gravelines, n'a jamais fait l'objet d'une délocalisation, et il est aujourd'hui le plus grand producteur européen d'aluminium primaire. Ce site a été racheté fin 2018 par le groupe anglais GFC Alliance pour 500 millions de dollars, après avoir bénéficié d'environ 100 millions d'euros d'investissements sur les trois années précédentes. Il a maintenu l'effectif de 570 personnes, auxquelles s'ajoutent plus d'une centaine d'intérimaires et de sous-traitants³⁴.

III. UN VECTEUR DE COMPÉTENCES

Pour reprendre les termes d'Élie Cohen et de Pierre-André Buigues, « l'industrie dont on parle ici est faite de technologies, de services, d'intelligence dans les réseaux et aussi de production manufacturière³⁵ ». Avec sa filière nucléaire, la France a mis en place un écosystème industriel complet (R&D, production, services, formation...), présent sur tout le territoire et intriqué dans le paysage industriel français. En apportant un dynamisme et une masse critique sur de nombreuses activités, la filière permet à la France de disposer d'avantages compétitifs pour se réindustrialiser.

31. Société française de l'énergie nucléaire (SFEN), *L'uranium dans le monde* (www.sfen.org/energie-nucleaire/panorama-nucleaire/uranium-monde).

32. OCDE-NEA, *Uranium 2018: Resources, Production and Demand*, 8 septembre 2020 (www.oecd-nea.org/jcms/pl_15080/uranium-2018-resources-production-and-demand).

33. « Interview Nicolas de Warren-Uniden... », art. cit.

34. Voir Mathieu Hebert, « Aluminium Dunkerque passe sous pavillon britannique », *usinouvelle.com*, 24 janvier 2019 (www.usinouvelle.com/article/aluminium-dunkerque-passe-sous-pavillon-britannique.N797555).

35. Élie Cohen et Pierre-André Buigues, *op. cit.*, p. 9.

1. Avec le nucléaire, la France dispose d'une filière de haute technologie encore complète

La filière nucléaire est la troisième filière industrielle française, derrière l'aéronautique et l'automobile, avec plus de 3 000 entreprises, dont 63,8 % de PME et 12,5 % d'entreprises de taille intermédiaire (ETI) ; elle représente 6,7 % de l'emploi industriel en France avec plus de 220 000 emplois (directs et indirects)³⁶. Les deux tiers de ces emplois sont de niveau cadre ou employés, techniciens et agent de maîtrise (ETAM) : le niveau de qualification y est deux fois plus élevé que la moyenne industrielle française³⁷. Dans le nucléaire, la France maîtrise l'ensemble de la chaîne de valeur, de l'extraction du combustible à son recyclage et à la gestion des déchets, en passant par la conception, la réalisation, l'exploitation et la maintenance des installations, ce qui lui permet de capter une plus grande proportion des emplois.

La filière a su se développer à l'international tout en maintenant une base industrielle locale. Ainsi, en grande partie grâce à ses centrales nucléaires, la France exporte chaque année vers ses voisins pour 2 milliards d'euros d'électricité (10 % de la production électrique nationale) ; elle est le premier exportateur européen d'électricité³⁸. Les entreprises du secteur nucléaire exportent également des biens et services pour 4 milliards d'euros par an (hors vente d'électricité à l'export)³⁹. Plus de la moitié des entreprises de la filière ont une activité à l'exportation et elles sont présentes sur l'ensemble de la chaîne de valeur, en particulier sur les activités de fabrication d'équipements mécaniques et d'ingénierie. La PME lyonnaise Velan, spécialisée dans les robinets et les vannes, s'est ainsi imposée sur le premier marché nucléaire au monde en termes de construction de nouveaux réacteurs, la Chine⁴⁰. Le groupe Orano, spécialisé dans les produits et services autour du combustible nucléaire, réalise quant à lui 55 % de son chiffre d'affaires à l'étranger mais emploie en France les deux tiers de ses 16 000 salariés⁴¹. Il a réalisé des investissements d'envergure ces quinze dernières années sur la plateforme industrielle du Tricastin (Drôme) afin de renouveler son outil de production : l'usine de conversion Philippe-Coste inaugurée en 2018 et l'usine d'enrichissement George Besse II en 2010 sont parmi les usines les plus modernes du monde.

Les activités du secteur nucléaire ont un effet d'entraînement important sur le reste de l'économie : une étude récente estime que, d'ici à 2050, en Europe,

36. Comité stratégique de la filière nucléaire (CSFN)-Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire (GIFEN), *Cartographie de la filière nucléaire française*, frandeindustrie.org, 2019 (www.frandeindustrie.org/wp-frandeindustrie/wp-content/uploads/2020/04/Recto-verso-Enqu%C3%AAte-2019.pdf).

37. *Ibid.*

38. *Ibid.*

39. *Ibid.*

40. Voir Marco Baroni, *op. cit.*

41. Voir « Philippe Knoche (Orano) : "S'il n'y avait pas le nucléaire, on émettrait beaucoup plus de CO₂" », interview réalisée par Muriel Motte, l'opinion.fr, 12 septembre 2019 (www.l'opinion.fr/edition/economie/philippe-knoche-orano-il-faut-expliquer-que-s'il-n-y-avait-pas-197135).

chaque euro issu des taxes payées par l'industrie nucléaire générera 2,50 euros de recettes publiques⁴². La France bénéficie aussi du même effet d'entraînement⁴³ grâce au haut niveau de localisation de la chaîne industrielle sur le territoire national, à la compétitivité des prix de l'électricité (voir *supra*) et au haut niveau de qualification qui se traduit par des rémunérations supérieures aux autres secteurs et qui génèrent plus d'emplois induits locaux.

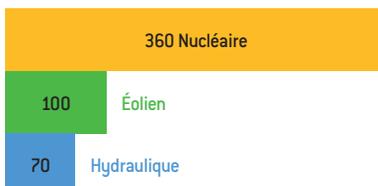
Contribution du nucléaire, de l'éolien et de l'hydraulique au PIB européen en 2030 (en millions d'euros par GW de capacité et TWh produit)

1 GW* de capacité installée génère...



* Avec des capacités de 128,5 GW (nucléaire), 397 GW (éolien) et 263 GW (hydraulique) en 2030.

1 TWh** d'électricité produite génère...



** Production d'électricité de 1 013 TWh (nucléaire), 1 129 TWh (éolien) et 700 TWh (hydraulique) en 2030.

Source : FORATOM, Deloitte, *Economic and Social Impact Report*, FORATOM, 25 avril 2019 (www.foratom.org/press-release/investing-in-low-carbon-nuclear-generates-jobs-and-economic-growth-in-europe/), et WindEurope, Deloitte, *Exploring the impact of wind energy on the European economy*, novembre 2017 [téléchargeable sur www2.deloitte.com/global/en/pages/energy-and-resources/articles/deloitte-windeurope.html], repris in Société française d'énergie nucléaire (SFEN), *Le nouveau nucléaire doit faire partie du plan de relance de l'économie française*, Avis de la SFEN, 13 mai 2020, p. 9 (<https://new.sfen.org/wp-content/uploads/2020/05/SFEN-Avis-Le-nouveau-nucl%C3%A9aire-doit-faire-partie-du-plan-de-relance-de-l%E2%80%99C3%A9conomie-fran%C3%A7aise-2.pdf>).

2. La filière a maintenu dans de nombreuses régions un écosystème territorial, terreau d'une possible réindustrialisation

Avant toute chose, les activités de la filière nucléaire contribuent à ce que Élie Cohen et Pierre-André Buigues appellent la richesse d'un « écosystème territorial », fait « des interactions entre fournisseurs et donneurs d'ordre, entre laboratoires et usines, et même entre start-up et tissu industriel⁴⁴ ». Un certain nombre de compétences utilisées dans la construction d'installations nucléaires sont partagées avec d'autres secteurs, lesquels sont d'ailleurs actuellement très durement touchés par la crise du Covid-19, comme l'aéronautique⁴⁵,

42. Cabinet Deloitte, « Foratom. Economic and Social Impact Report », 25 avril 2019, p. 40 [téléchargeable sur www.foratom.org/press-release/investing-in-low-carbon-nuclear-generates-jobs-and-economic-growth-in-europe/].

43. Société française d'énergie nucléaire (SFEN), *Le nouveau nucléaire doit faire partie du plan de relance de l'économie française*, Avis de la SFEN, 13 mai 2020, p. 2 (<https://new.sfen.org/wp-content/uploads/2020/05/SFEN-Avis-Le-nouveau-nucl%C3%A9aire-doit-faire-partie-du-plan-de-relance-de-l%E2%80%99C3%A9conomie-fran%C3%A7aise-2.pdf>).

44. Élie Cohen et Pierre-André Buigues, *op. cit.*, p. 55.

45. Voir Didier Bréchemier et Emmanuel Combe, *Avant le Covid-19, le transport aérien en Europe : un secteur déjà fragilisé et Après le Covid-19, le transport aérien en Europe : le temps de la décision*, Fondation pour l'innovation politique, mai 2020 (www.fondapol.org/etude/avant-le-covid-19-le-transport-aerien-en-europe-un-secteur-deja-fragilise/ et www.fondapol.org/etude/apres-le-covid-19-le-transport-aerien-en-europe-le-temps-de-la-decision/).

l'automobile⁴⁶ ou le secteur pétrolier et gazier. À ce titre, il faut noter que les entreprises de la filière, qui représentent un chiffre d'affaires cumulé d'environ 47,5 milliards d'euros dans l'électronucléaire, n'ont en général qu'une part de leur activité dans le secteur : plus de la moitié (53,1 %) pour les entreprises exploitantes, mais 26,9 % pour les ETI, 11,7 % pour les grandes entreprises et 7,9 % pour les PME⁴⁷.

Actuellement, la filière nucléaire investit 970 millions d'euros par an en R&D⁴⁸, en particulier dans des domaines comme la mécanique, la résistance des matériaux, les fabrications métallurgiques innovantes et l'instrumentation. Ces activités bénéficient naturellement aux autres filières industrielles. Enfin, elle accorde aussi une place très importante à la formation continue, avec en moyenne environ neuf jours de formation par an par salarié, soit trois fois plus que la moyenne française⁴⁹. Dans le métier du soudage, par exemple, qui est sous tension pour tous les secteurs industriels, les effectifs formés sont très nettement insuffisants. À titre d'exemple, on estime qu'il y avait dans le Cotentin en 2019 près de 1 000 postes d'opérateurs restés vacants : des machines étaient arrêtées et les entreprises refusaient les contrats. À l'origine de cette désaffectation, on trouve cinq facteurs essentiels : la dévalorisation des métiers manuels de la métallurgie, un mode d'acquisition des compétences qui repose avant tout sur l'apprentissage (moins développé en France qu'en Allemagne), l'absence de grands chantiers récents sous l'effet de la désindustrialisation, des formations inadaptées et la sélectivité à l'entrée de ces formations. Sous l'impulsion du nucléaire, une action collective, « Action soudage Cotentin », réunissant une dizaine d'entreprises, la Région et plus particulièrement ses services en charge de la formation, les organismes de formation eux-mêmes et la CCI Ouest Normandie, a permis d'identifier des candidats parmi des profils retenus par Pôle emploi pour leur faire suivre un cursus de six mois⁵⁰.

Un autre exemple significatif sur l'effet d'entraînement du nucléaire est la région de Chalon-sur-Saône, qui a fait récemment l'objet d'un séminaire d'étude⁵¹. La ville fluviale de Chalon-sur-Saône a développé dès le XIX^e siècle

46. Le secteur automobile a annoncé une chute des immatriculations neuves en France de 87,9 % en avril 2020, faisant suite à une baisse de 72,2 % entre mars 2019 et mars 2020. Voir Julie Thoin-Bousquière, « Ce que pourrait contenir le plan de soutien à la filière automobile en France », usinenouvelle.com, 4 mai 2020 [www.usinenouvelle.com/editorial/ce-que-pourrait-contenir-le-plan-de-soutien-a-la-filiere-automobile-en-france.N960976].

47. Comité stratégique de la filière nucléaire (CSFN)-Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire (GIFEN), *op. cit.*

48. *Ibid.*

49. *Ibid.*

50. Voir Serge Quaranta, « Soudeurs, un déficit critique à rectifier dans l'industrie nucléaire », sfen.org, 2 avril 2019 [www.sfen.org/rgn/soudeurs-deficit-critique-rectifier-industrie-nucleaire-0].

51. Voir L'École Paris du management, « Le Grand Chalon s'illustre dans l'art d'entraîner », compte rendu du séminaire « Aventures industrielles », en partenariat avec l'Observatoire des territoires d'industrie », séance du 16 juin 2020 [téléchargeable sur <https://ecole.org/fr/seance/1405-le-grand-chalon-sillustre-dans-lart-dentraîner>].

les activités mécaniques, la métallurgie et la fabrication de produits métalliques, principalement pour les navires et les ponts. À partir des années 1960, la filière métallurgique du territoire se spécialise dans le nucléaire. L'agglomération compte aujourd'hui 9 400 emplois industriels, dont 32 % proviennent du secteur des produits métalliques. Framatome, fabricant de composants pour les réacteurs nucléaires français, est le pourvoyeur de la plupart de ces emplois⁵². Afin d'aider les entreprises à faire face à leurs besoins de recrutement, l'Union des industries et métiers de la métallurgie (UIMM) a développé un centre de formation des apprentis des métiers de l'industrie, tandis que pour accompagner la transformation numérique du secteur, la ville a développé un projet, intitulé L'Usinerie, avec des salles de formation et un FabLab pour du prototypage, qui accueille à la fois les donneurs d'ordres, leurs sous-traitants et une pépinière d'entreprises. L'École nationale des arts et métiers (Ensam) va proposer dans un nouveau bâtiment des formations consacrées au numérique tournées vers l'industrie, depuis le bac jusqu'au doctorat, avec, par exemple, un master spécialisé en ingénierie numérique à Chalon-sur-Saône. À la suite de la crise sanitaire, le Grand Chalon, les villes du Creusot et de Montceau-les-Mines ont proposé à la Région de signer un pacte de relocalisation à l'échelle de la région Bourgogne-Franche-Comté. Comme l'indique Sébastien Martin, président de la communauté d'agglomération du Grand Chalon, ces villes se sentent en effet en mesure d'accueillir de « nouveaux projets des secteurs ayant encore des capacités d'investissement, comme l'énergie et le nucléaire, et portant sur des éléments essentiels de leur chaîne de valeur, comme la métallurgie, la plasturgie, le packaging, la logistique et les transports⁵³ », domaines sur lesquels elles disposent de filières de formation très structurées.

IV. UN OPÉRATEUR CLÉ DE LA DÉCARBONATION

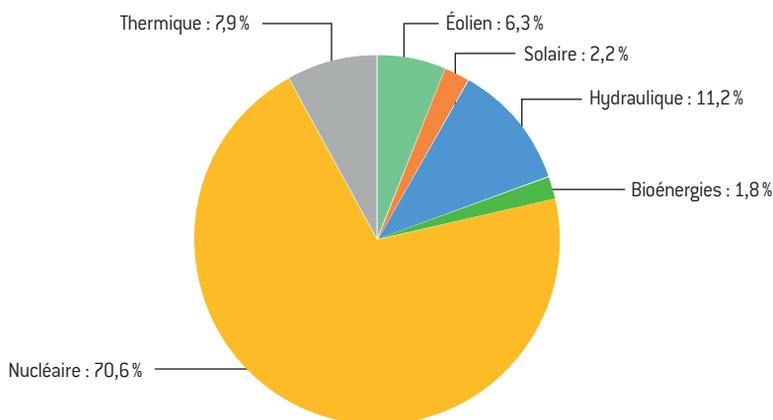
Grâce au nucléaire et aux énergies renouvelables, la France dispose d'un mix décarboné à plus de 90 %, soit une des électricités les moins carbonées du monde. Les émissions moyennes de CO₂ en France sont inférieures à 50 g/kWh, bien en dessous de celles des pays voisins (environ 400 g/kWh pour l'Allemagne et 260 g/kWh pour l'Italie, par exemple)⁵⁴. Alors que la neutralité carbone devient un impératif pour les entreprises, la France dispose, avec son électricité décarbonée, d'un nouveau facteur d'attractivité essentiel.

52. *Ibid.*, p. 1.

53. Cité in Gaïc Le Gros, « Une nouvelle étude sur le territoire du Grand Chalon », sfen.org, 10 novembre 2020 [www.sfen.org/rgn/nouvelle-etude-territoire-grand-chalon].

54. Réseau de transport d'électricité (RTE), *op. cit.*

Mix électrique français en 2019



Source : Réseau de transport d'électricité (RTE), *Bilan électrique 2019*, p. 25
(https://bilan-electrique-2019.rte-france.com/wp-content/uploads/2020/02/pdf_BE2019.pdf).

1. L'empreinte carbone des produits et services est amenée à devenir un nouveau facteur de compétitivité

Le 14 septembre 2020, le groupe Envision, fabricant chinois de batteries pour voitures électriques, annonçait un investissement de plusieurs centaines de millions d'euros dans une *gigafactory*, devant aboutir à terme à un millier d'emplois directs⁵⁵. L'usine devrait ouvrir fin 2023 pour pouvoir fournir la France, l'Espagne et d'autres pays. L'une des dirigeantes du groupe, Sylvie Ouziel, déclarait que l'une des raisons du choix de la France était la présence d'« une électricité décarbonée très compétitive sur le plan du coût, très stable pour son approvisionnement, ce qui est essentiel évidemment pour nos activités, grâce au nucléaire⁵⁶ ».

À l'heure où la neutralité carbone devient une priorité affichée en Europe comme en Chine, le caractère décarboné de notre électricité peut devenir à la fois un facteur d'attractivité pour nos territoires et un avantage compétitif pour les entreprises implantées en France. Si on reprend le cas de l'aluminium, selon l'Uniden, les émissions totales (directes et indirectes) liées à la production d'une tonne d'aluminium, laquelle nécessite une grande quantité d'électricité (électrolyse de l'alumine), sont en France d'environ 2 tonnes de CO₂ contre 15 tonnes en Chine, par tonne d'aluminium produite⁵⁷.

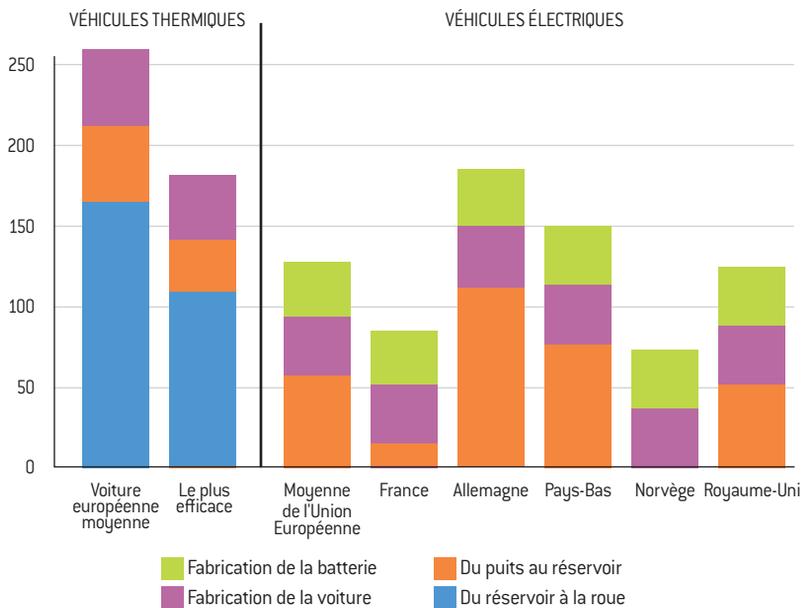
55. Voir Julien Bonnet, « Voitures électriques : une entreprise chinoise veut installer une usine de batteries en France », bfmtv.com, 14 septembre 2020 (www.bfmtv.com/economie/entreprises/industries/voitures-electriques-une-entreprise-chinoise-veut-installer-une-usine-de-batteries-en-france_AN-202009140115.html).

56. Citée in Thomas Leroy, « Pourquoi le chinois Envision a choisi la France pour installer sa gigafactory de batteries », bfmtv.com, 18 septembre 2020 (www.bfmtv.com/auto/pourquoi-le-chinois-envision-a-choisi-la-france-pour-installer-sa-gigafactory-de-batteries_AV-202009180122.html).

57. « Interview Nicolas de Warren-Uniden... », art. cit.

Des différences importantes apparaissent également si l'on analyse les cycles de vie des voitures, en particulier pour les modèles électriques. La fabrication de la batterie électrique d'une voiture consomme ainsi autant d'énergie que la voiture elle-même, qu'elle soit électrique, diesel ou à essence⁵⁸. Le mix électrique du pays de fabrication, selon que l'on parle de la France, où il est très décarboné, ou à l'opposé de la Pologne, où il est très carboné, a un impact très important sur les émissions de CO₂ du cycle de vie.

Émissions de CO₂ sur le cycle de vie d'un véhicule électrique et thermique en Europe en 2015 (en g/km)



Note : Faute de données disponibles, la comparaison des émissions de carbone se fait sur le cycle de production et d'utilisation, et n'intègre pas le recyclage.

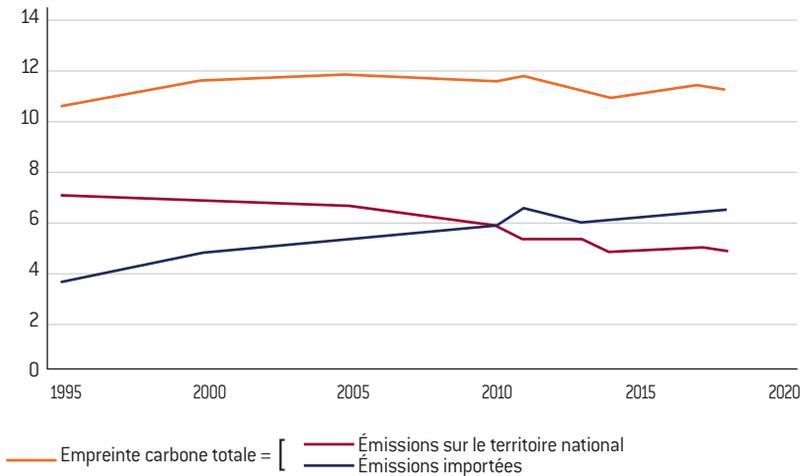
Source : Dale Hall et Nic Ludsey, *Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions*, The International Council on Clean Transportation (ICCT), février 2018, p. 5 (https://theicct.org/sites/default/files/publications/EV-life-cycle-GHG_ICCT-Briefing_09022018_vF.pdf), repris in Nicolas Meilhan, « Comment faire enfin baisser les émissions de CO₂ des voitures », La Notice d'analyse [France Stratégie], no 78, juin 2019, p. 9 (www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-na78-2019-emissions-voitures-meilhan-20juin-bat.pdf).

Ceci est d'autant plus important que l'ambition de la France aujourd'hui, comme préconisé récemment par le Haut Conseil pour le climat, est de ne pas se limiter aux émissions nationales et d'inclure à terme des objectifs de

58. Voir Nicolas Meilhan, « Comment faire enfin baisser les émissions de CO₂ des voitures », La Notice d'analyse [France Stratégie], n° 78, juin 2019, p. 9 (www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-na78-2019-emissions-voitures-meilhan-20juin-bat.pdf).

réduction des émissions associées à ses échanges internationaux⁵⁹. Il s'agit de réduire l'empreinte carbone, définie par l'Insee comme l'ensemble des « pressions sur le climat de la demande intérieure française, quelle que soit l'origine géographique des biens consommés⁶⁰ ». Le Haut Conseil attire ainsi l'attention sur le fait que si l'empreinte carbone de la France diminue depuis 2005 et se situe actuellement autour de 11 t éqCO₂ par habitant, celle-ci masque une diminution continue des émissions sur le territoire national et une augmentation continue des émissions importées.

Évolution dans le temps des émissions composant l'empreinte carbone (en t éqCO₂/hab)



Note : Entre 1995 et 2014, les données sont issues d'un calcul détaillé, tandis que les dernières années (2015-2018) sont issues d'estimations.

Source : Traitement SDES 2019 d'après Citepa (Inventaires Namea Air 2017, Secten 2018), Eurostat, AIE, FAO, Insee, Douanes, in Haut Conseil pour le climat, *Maîtriser l'empreinte carbone de la France*, réponse à la saisine du gouvernement, octobre 2020, p. 19 [www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2020/10/hcc_rapport_maîtriser-lempreinte-carbone-de-la-france-1.pdf].

Si la France, grâce à son parc nucléaire, a une empreinte carbone faible en comparaison des autres pays développés, la part de ses émissions importées est du même ordre de grandeur. La SNBC, qui définit une trajectoire pour l'atteinte de la neutralité carbone en 2050, inclut diverses recommandations pour les réduire. Cela passe notamment par deux grands axes : premièrement, promouvoir l'effort climatique mondial, particulièrement

59. Haut Conseil pour le climat, *Maîtriser l'empreinte carbone de la France*, réponse à la saisine du gouvernement, octobre 2020 [www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2020/10/hcc_rapport_maîtriser-lempreinte-carbone-de-la-france-1.pdf].

60. Insee, « Indicateurs de richesse nationale. Empreinte carbone », insee.fr, 16 décembre 2019 [www.insee.fr/fr/statistiques/3281683?sommaire=3281778].

chez les partenaires commerciaux de la France ; deuxièmement, « favoris[er] la production sur le territoire national si elle est moins émettrice, et [prévenir] le risque de fuite de carbone, qui est la délocalisation d'une production du fait des réglementations climatiques⁶¹ ». La relocalisation en France permet de réduire l'empreinte carbone pour un produit dont la production nécessite beaucoup d'électricité ou qui nécessite des transports internationaux fortement émetteurs de CO₂ (l'avion, par exemple).

Plusieurs dispositifs permettraient de faire de l'empreinte carbone des biens et services un facteur de compétitivité. Ainsi le Haut Conseil pour le climat évoque l'option d'un ajustement carbone aux frontières de l'Union européenne, sous la condition qu'il soit techniquement faisable, ou l'intégration d'outils dans les accords de libre-échange. Il précise que « prendre en considération les émissions de GES [gaz à effet de serre] des fournisseurs fait partie intégrante des enjeux environnementaux liés à l'activité des entreprises au sens de la loi Pacte » votée en mai 2019, et que, « concrètement, des initiatives existent déjà concernant les émissions importées de certaines entreprises françaises⁶² ». En ce qui concerne les émissions des voitures, France Stratégie propose l'instauration d'une norme européenne limitant l'empreinte carbone associée à la production automobile afin de s'assurer que la fabrication des futures voitures à faibles émissions et de leurs batteries soit alimentée par une électricité peu carbonée.

Un autre levier est aussi celui de la « consommation engagée ». Dans les propositions de la Convention citoyenne pour le climat figure ainsi celle de « créer une obligation d'affichage de l'impact carbone des produits et services » afin de « donner [au consommateur] l'information appropriée à une prise de conscience de l'impact de ses choix afin de l'orienter vers des pratiques plus vertueuses⁶³ ».

Dans une enquête récente concernant les actions qui paraîtraient les plus efficaces pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, la première réponse donnée par les personnes interrogées est le fait de « consommer moins ou de consommer des produits ayant moins d'impact sur l'environnement » (22 %), suivie par le fait de « développer les énergies renouvelables pour son logement » (20 %)⁶⁴. Il est néanmoins nécessaire d'améliorer les outils d'analyse en cycle de vie déjà à disposition des entreprises en harmonisant et en encadrant leurs méthodologies de calcul, ainsi qu'en respectant les normes ISO existantes,

61. Ministère de la Transition écologique et solidaire, *Stratégie nationale bas carbone (SNBC) ...*, op. cit., p. 56.

62. Haut Conseil pour le climat, op. cit., p. 41.

63. Convention citoyenne pour le climat, *Les Propositions de la Convention citoyenne pour le climat*, version corrigée du 5 octobre 2020, p. 15 et 17 (<https://propositions.conventioncitoyennepourleclimat.fr/pdf/ccc-rapport-final.pdf>).

64. Daniel Boy, Sondage Opinion Way pour l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), « Représentations sociales et changement climatique. 20e vague », octobre 2019, p. 109 (www.ademe.fr/representations-sociales-changement-climatique-20-eme-vague).

dans l'objectif d'afficher un « score carbone sur tous les produits de consommation et les services », comme l'a recommandé la Convention citoyenne pour le climat⁶⁵.

Une des voies enfin pour réduire notre empreinte carbone est de regagner des parts de marché sur les secteurs industriels les plus consommateurs d'énergie. Une étude de Deloitte pour l'Uniden⁶⁶ sur plusieurs secteurs (acier, aluminium, ciment, papier, PVC, sucre et verre plat) montre que le décrochage français de 1995 à 2015 dans ces industries s'est traduit non seulement par une perte de 13 00 emplois, mais aussi par une augmentation de 50 % de l'empreinte carbone associées à ces productions substituées. L'Uniden parle d'un effet « double peine » et met en valeur que la localisation industrielle est à la fois une donnée économique et environnementale : ces deux dimensions ne sont plus autonomes. La même étude présente un scénario de reconquête industrielle dans ces secteurs, avec la création de 9 600 emplois et une baisse des émissions de 5 millions de tonnes de CO₂ équivalent, avec une contribution positive de toutes les filières⁶⁷.

2. Un atout pour le développement de l'industrie 4.0

La transformation numérique de l'industrie est reconnue comme l'un des leviers pour changer le modèle industriel et économique de nombreux secteurs. Dans l'industrie 4.0, les nouvelles technologies de l'information (robotique, impression 3D, big data...) permettront, selon Olivier Scalabre, directeur associé au bureau de Paris du Boston Consulting Group, le développement de « petites usines dites intelligentes, automatisées, capables d'une grande flexibilité dans la production et situées au plus près des clients ou consommateurs⁶⁸ ». Cette conception rend caduc le modèle économique reposant sur des complexes industriels géants installés dans des pays à faible coût de main-d'œuvre. À noter que ces petites usines, très automatisées, représentent aussi une rupture avec le modèle des usines avec leurs milliers d'ouvriers alignés : la main-d'œuvre sera moins nombreuse, mais beaucoup plus qualifiée. Les nouvelles usines auront des automatismes et des robots, et surtout elles produiront et traiteront énormément de données, générées par les clients, afin de permettre l'adaptation de la production à leurs besoins, par les partenaires et par les

65. Convention citoyenne pour le climat, *op. cit.*, p. 18-19.

66. Deloitte, Uniden, *Le redéploiement industriel, instrument de maîtrise de l'empreinte carbone*, décembre 2020. Présentée en avant-première lors d'une conférence Les Échos et Le Parisien, 16 décembre 2020 [www.lesechos-events.fr/event/transition-energetique-developpement-durable/redploiement-industriel-instrument-maitrise-empreinte-carbone/#fndtn-extra].

67. *Ibid.*

68. Cité in Didier Généau, « L'industrie 4.0 pour relocaliser la production », *lemonde.fr*, 21 avril 2016 [www.lemonde.fr/economie/article/2016/05/02/l-industrie-4-0-pour-relocaliser-la-production_4912158_3234.html, en accès réservé].

infrastructures elles-mêmes. Ainsi, de nombreux capteurs permettront de détecter non seulement la panne d'une machine ou un produit défectueux mais aussi de mesurer en temps réel de nombreux paramètres permettant de diagnostiquer à distance des défauts d'entretien ou d'anticiper la dégradation et l'obsolescence d'une machine afin de pouvoir mettre en place des services de maintenance prédictive. L'Internet des objets et la radio-identification (RFID) offriront la possibilité de suivre les produits depuis leur création jusqu'à leur fin de vie et de comprendre comment ils sont utilisés afin de mieux les adapter aux besoins des utilisateurs. L'arrivée de la 5G devrait faciliter un grand nombre de ces applications ainsi que le développement des véhicules autonomes.

Les données et les algorithmes nécessaires à ces opérations, que les entreprises gèreront sur leurs propres serveurs ou dans le cloud, leur demanderont de grandes capacités de traitement. Elles contribueront à la très forte croissance actuelle du nombre des usages du numérique. La question de l'impact sur la consommation électrique de la relocalisation d'activités industrielles en France sur ce modèle de l'industrie 4.0 à l'horizon 2050 est aujourd'hui à l'étude au sein de différents organismes. Il est trop tôt pour tirer des conclusions, mais on peut anticiper que la question des émissions de CO₂ sera un sujet d'attention pour les entreprises, comme le démontre la déclaration récente du chinois Envision.

L'impact climatique de la croissance exponentielle de la vidéo à la demande a récemment fait l'objet d'une grande attention médiatique après la publication d'un rapport du Shift Project qui estimait que « les émissions de gaz à effet de serre des services de vidéo à la demande (de type Netflix ou Amazon Prime) équivalent à celles d'un pays comme le Chili⁶⁹ ». Ces sujets font l'objet de controverses méthodologiques. L'AIE évoque les progrès réalisés ou à venir en matière d'efficacité énergétique par les data centers, les réseaux et les objets⁷⁰, mais elle indique néanmoins que l'on ne peut exclure un effet rebond lié à la consommation énergétique engendrée par la blockchain⁷¹ et l'intelligence artificielle. L'AIE rappelle aussi que l'empreinte carbone de la vidéo à la demande peut être particulièrement faible dans des pays qui ont décarboné leur électricité, ce qui est le cas de la France⁷².

69. The Shift Project, « Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne », juillet 2019, p. 1 (https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/07/R%3%A9sum%3%A9-aux-d%C3%A9cideurs_FR_Linsoutenable-usage-de-la-vid%C3%A9o-en-ligne.pdf).

70. Voir George Kamiya, « The carbon footprint of streaming video: fact checking the headlines », iea.org, 11 décembre 2020 (www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines).

71. Voir Yves Caseau et Serge Soudoplatoff, *La Blockchain ou la confiance distribuée*, Fondation pour l'innovation politique, juin 2016 (www.fondapol.org/etude/yves-caseau-et-serge-soudoplatoff-la-blockchain-ou-la-confiance-distribuee/).

72. Voir George Kamiya, art. cit.

Le marché mondial des services dans le cloud a connu une croissance de 26 % en 2019 et a plus que doublé depuis 2016 et cinq grands acteurs – Amazon Web Services (AWS), Microsoft, Salesforce, Google et Oracle – représentent plus d'un tiers du marché total du secteur⁷³. Attachés à leur image en matière de responsabilité sociale d'entreprise (RSE), tous les grands acteurs du numérique ont affiché déjà depuis plusieurs années des ambitions de neutralité carbone pour leurs activités. Certains n'hésitent pas à communiquer sur du « 100 % renouvelable » et s'appuient pour cela sur des mécanismes permettant pour chaque kilowattheure consommé d'acheter l'équivalent en « garanties d'origine » émises par des producteurs d'énergie renouvelable. Une « garantie d'origine » est un document électronique certifiant que de l'électricité a été produite à partir d'une source d'énergie renouvelable et injectée sur le réseau électrique. Ces systèmes sont de plus en plus critiqués : en effet, ce n'est pas parce qu'il y a beaucoup de puissance installée renouvelable sur le réseau que l'électricité est bas carbone. L'Allemagne, par exemple, a une capacité de production électrique en solaire et en éolien très supérieure à celle de la France, mais ses émissions de CO₂ sont de l'ordre de 350 g de CO₂/kWh, alors que celles de la France sont de 50 g de CO₂/kWh⁷⁴. Cela est dû à sa dépendance toujours très forte aux centrales à charbon pour assurer sa sécurité d'approvisionnement électrique. Aussi, un article du journal *Le Monde* pouvait-il dénoncer « l'imposture des “offres vertes” », soulignant que le mécanisme des certificats d'origine ne pouvait même pas garantir un investissement dans le pays d'achat, car ceux-ci pouvaient même être achetés dans d'autres pays non connectés au réseau national⁷⁵.

C'est dans ce contexte qu'il faut comprendre la rupture que représente récemment l'annonce de Sundar Pichai, PDG de Google et Alphabet : « Nous sommes la première grande entreprise à s'engager à fonctionner avec une énergie sans carbone 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 dans l'ensemble de nos data centers et campus dans le monde entier. C'est bien plus difficile que l'approche traditionnelle consistant à faire correspondre la consommation d'énergie avec les énergies renouvelables, mais nous travaillons pour y parvenir d'ici à 2030⁷⁶. » Par cette déclaration, Google établit un nouveau critère des politiques climat des grands acteurs. Dans les pays sans nucléaire ou sans hydroélectricité, cela requerra que Google mette en œuvre ses propres moyens

73. Voir Philippe Richard, « Le cloud public ne connaît pas la crise », itsocial.fr, 31 août 2020 (<https://itsocial.fr/enjeux-it/enjeux-cloud-computing/cloud-public-privé-hybride/le-cloud-public-ne-connaît-pas-la-crise/#:~:text=Le%20march%C3%A9%20mondial%20des%20services,dollars%20en%202019%2C%20selon%20IDC>).

74. Entsoe, *Power statistics*, 2018 (www.entsoe.eu/data/power-stats/) et electricityMap (www.electricitymap.org/map).

75. Nabil Wakim, « Électricité : l'imposture des “offres vertes” », *lemonde.fr*, 26 août 2019 (www.lemonde.fr/economie/article/2019/08/26/electricite-l-imposture-des-offres-vertes_5502811_3234.html, en accès réservé).

76. « We are the first major company to make a commitment to operate on 24/7 carbon-free energy in all our data centers and campuses worldwide. This is far more challenging than the traditional approach of matching energy usage with renewable energy, but we're working to get this done by 2030 » [Sundar Pichai, « Our third decade of climate action: Realizing a carbon-free future », *blog.google*, 14 septembre 2020, <https://blog.google/outreach-initiatives/sustainability/our-third-decade-climate-action-realizing-carbon-free-future/>].

de flexibilité de la consommation et du stockage. Avec le nucléaire, cette stratégie peut être mise en œuvre dès maintenant. La France peut donc l'offrir aux grands acteurs de l'hébergement dès aujourd'hui. De plus, Thierry Breton, commissaire européen au Marché intérieur, déclarait aussi il n'y a pas longtemps : « Nos données, c'est ce que nous avons de plus précieux en matière industrielle », ajoutant qu'il souhaitait que « les données des Européens soient traitées en Europe⁷⁷ ». Alors que la localisation des données devient une préoccupation de souveraineté européenne, la France, avec son électricité décarbonée, a entre ses mains un réel potentiel pour accueillir ces efforts.

3. Un avantage dans la course au nouveau carburant vert : l'hydrogène bas carbone

Début septembre 2020, dans le cadre du plan de relance post-Covid-19, le gouvernement français a annoncé un plan hydrogène doté de 2 milliards d'euros pour 2021 et 2022 et un plan plus vaste, de plus de 7 milliards d'euros d'ici à 2030 pour constituer une filière française de l'hydrogène⁷⁸. Ceci fait écho à l'annonce par l'Allemagne, en juin 2020, d'un plan massif de 9 milliards d'euros sur dix ans.

Aujourd'hui, de nombreuses institutions estiment que l'hydrogène bas carbone pourrait jouer un rôle important pour atteindre les objectifs de neutralité carbone. À court terme, il s'agira de décarboner l'hydrogène utilisé actuellement dans l'industrie, produit à base d'énergies fossiles très émettrices de CO₂.

Surtout, il pourra être un vecteur de décarbonation pour d'autres usages existants, difficiles à décarboner par l'électricité, comme le transport lourd (de manière très complémentaire aux solutions électriques). À terme, certains voient le vecteur hydrogène contribuer à des solutions de stockage intersaisonnier dans des mix électriques comportant une part importante d'énergies renouvelables variables.

Pour être un atout dans la transition énergétique, l'hydrogène devra être produit de manière peu carbonée. La technologie de vaporeformage aujourd'hui utilisée, à base de gaz naturel (méthane), émet environ 7 à 10 kilos de CO₂ pour 1 kilo d'hydrogène produit⁷⁹. Plusieurs solutions existent pour

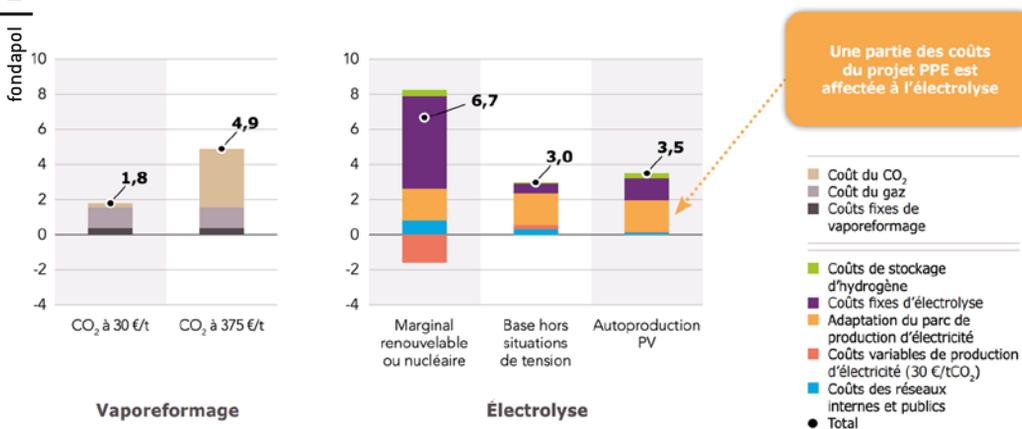
77. Cité in Hugues Garnier, « Thierry Breton : "Je souhaite que les données des Européens soient traitées et stockées en Europe" », *bfmtv.com*, 25 août 2020 [www.bfmtv.com/economie/thierry-breton-je-souhaite-que-les-donnees-des-europeens-soient-traitees-et-stockees-en-europe_AD-202008250281.html].

78. Voir Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance, « Présentation de la stratégie nationale pour le développement de l'hydrogène décarboné en France », *economie.gouv.fr*, 9 septembre 2020 [www.economie.gouv.fr/presentation-strategie-nationale-developpement-hydrogene-decarbone-france].

79. Jean-Louis Durville, Jean-Claude Gazeau, Jean-Michel Nataf, Jean Cueugnet et Benoît Legait, « Filière hydrogène-énergie. Rapport à Madame la Ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et à Monsieur le Ministre de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique », septembre 2015, p. 15 [www.actu-environnement.com/media/pdf/news-26748-rapport-cgedd-cgeiet-hydrogene.pdf].

produire de l'hydrogène bas carbone, dont l'électrolyse de l'eau à partir de l'électricité bas carbone. C'est une technologie industriellement mature et que l'on peut déployer dès aujourd'hui à grande échelle, et, précisément, la France peut s'appuyer sur son réseau électrique déjà quasiment décarboné pour développer une filière industrielle d'électrolyse performante. Reste la question de la compétitivité de l'hydrogène produit par électrolyse : d'après une étude de RTE, la production par électrolyseur a un coût de revient situé entre 3 et 7 €/kgH₂, contre moins de 2 €/kg avec le procédé de vaporeformage du méthane, aux conditions économiques actuelles et hors coût de logistique aval pour le transport et le stockage⁸⁰. Ce différentiel est amené à se réduire à l'avenir sous l'effet de la baisse des coûts des électrolyseurs, liée au déploiement à plus grande échelle au niveau mondial d'unités de grandes tailles. Le coût complet de production par électrolyse bas carbone dépend aussi beaucoup de la façon dont fonctionneront les électrolyseurs. Dans la même étude, RTE explore et compare les coûts de plusieurs modes opératoires pour les électrolyseurs. Les résultats de l'étude montrent que la production à partir de l'électricité de base (hors période de tension) est la plus avantageuse (3 €/kgH₂), en particulier par rapport à l'approvisionnement sur le marché en période de surplus renouvelable ou nucléaire, ou bien par rapport aux systèmes basés sur de l'autoproduction, solaire par exemple⁸¹.

Comparaison des coûts collectifs du vaporeformage et de l'électrolyse (en €/kgH₂)



Source : RTE, *La Transition vers un hydrogène bas carbone. Atouts et enjeux pour le système électrique à l'horizon 2030-2035*, janvier 2020, p. 55 (www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/Rapport_hydrogene-pdf.pdf).

80. Réseau de transport d'électricité (RTE), *La Transition vers un hydrogène bas carbone. Atouts et enjeux pour le système électrique à l'horizon 2030-2035*, janvier 2020, p. 55 (www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/pdf-actualites/Rapport_hydrogene-pdf.pdf).

81. *Ibid.*, p. 55.

Le fonctionnement en période d'excédent (prix bas de l'électricité) conduit à des facteurs de charge faibles pour les électrolyseurs et nécessite de déployer rapidement une très grande capacité d'électrolyseurs, au point de poser une question de faisabilité. Ce fonctionnement constitue donc un enjeu important pour l'aval de la chaîne qui doit trouver les solutions afin d'assurer la continuité de son approvisionnement en dehors des périodes de production (le stockage, par exemple).

La solution avec électricité en base permet d'atteindre des facteurs de charge significatifs pour les électrolyseurs (entre 3 000 et 6 000 heures/an)⁸². Elle permet ainsi de répartir les électrolyseurs près des lieux de consommation industrielle, Du fait de la disponibilité de l'électricité sur tout le territoire. Il est de cette façon possible d'économiser sur la chaîne logistique associée à l'hydrogène vaporeformé. Enfin, elle offre des possibilités de services systèmes (effacement) lors des périodes de tension.

Avec son électricité décarbonée nucléaire et renouvelable, la France dispose d'un avantage compétitif exceptionnel pour produire de l'hydrogène bas carbone moins cher sur son propre sol. Le ministre de l'Économie, des Finances et de la Relance Bruno Le Maire évoque ainsi, à propos d'un projet d'alliance entre la France et l'Allemagne sur l'hydrogène, la possibilité que la France produise par elle-même son « hydrogène propre » à partir de son électricité nucléaire⁸³. Cet aspect paraît d'autant plus évident que, limitée par ses gisements de production d'électricité renouvelables, l'Allemagne prévoit aujourd'hui de susciter la production d'« hydrogène vert » en Afrique du Nord et au Proche-Orient, pour l'importer ensuite vers l'Europe, en contradiction avec les objectifs de souveraineté énergétique de l'Union européenne.

82. *Ibid.*, p. 8.

83. Voir « Paris vise une alliance avec l'Allemagne dans l'hydrogène, déclare Le Maire », *challenges.fr*, 30 juin 2020 (www.challenges.fr/top-news/paris-vise-une-alliance-avec-l-allemande-dans-l-hydrogene-declare-le-maire_717190).

CONCLUSION

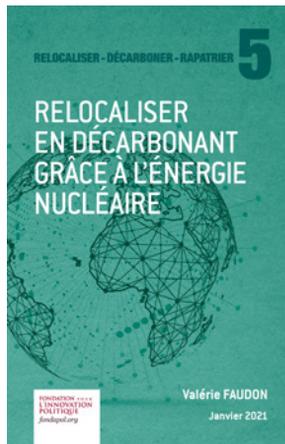
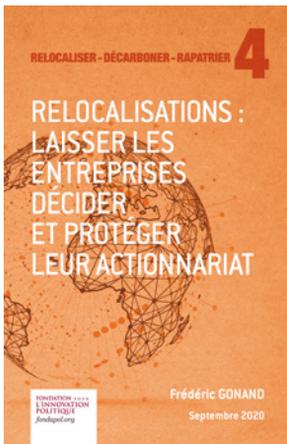
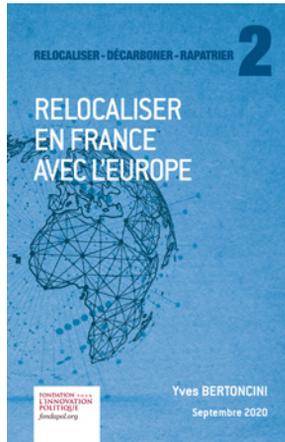
Le nucléaire, en tant qu'énergie bas carbone et en tant que troisième secteur industriel français, est source d'avantages comparatifs clés sur lesquels le pays peut s'appuyer dans ses stratégies de relocalisation et de réindustrialisation. Ces dernières années, il a été au cœur de débats politiques qui semblent à présent dépassés, alors que la priorité écologique est à la lutte contre le changement climatique.

Qu'en pense l'opinion publique ? Depuis plusieurs années, EDF interroge les Français *via* un baromètre réalisé par l'institut CSA pour mieux comprendre les dynamiques sociales et les opinions sur la production d'électricité en France. Entre 2014 et 2017, la plupart des personnes interrogées mettaient en avant le soutien à toutes les activités industrielles. En 2018, le partage était presque parfait entre deux priorités : activités industrielles et croissance verte. En 2019, et encore davantage en 2020, la bascule s'est opérée avec une nette majorité pour la croissance verte⁸⁴. L'énergie nucléaire, bas carbone, est-elle alors un moyen de réconcilier les deux aux yeux des Français ? Pas encore. Le même baromètre montre que 37 % des Français pensent encore, avec plus ou moins d'assurance, que les centrales nucléaires produisent du CO₂. Cette méconnaissance a tendance à se réduire chaque année. La parole gouvernementale sur le nucléaire, très influente sur l'opinion des Français dans le cadre de sujets aussi techniques, peut participer de ce mouvement.

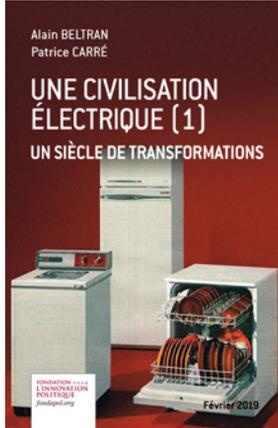
La question du renouvellement du parc nucléaire avec la décision, actuellement en instruction, de construire une première série de six EPR sera sûrement au cœur des débats politiques à venir, à la fois en termes du maintien de notre avantage compétitif sur l'électricité bas carbone et dans le cadre de notre stratégie de réindustrialisation des territoires.

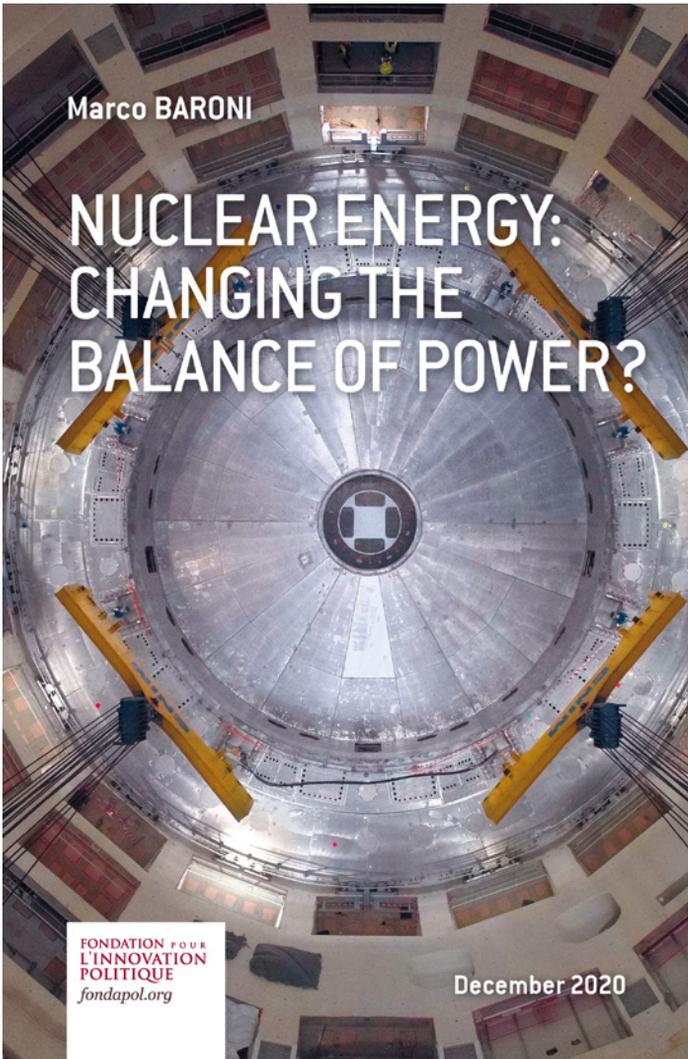
84. Voir Didier Witkowski, « Le nucléaire et les valeurs des Français en 2020 » *Revue générale du nucléaire*, n° 4, juillet-août 2020, p. 28-31 (<https://rgn.publications.sfen.org/articles/rgn/abs/2020/04/rgn20204p28/rgn20204p28.html>, en accès réservé).

SÉRIE « RELOCALISER - DÉCARBONER - RAPATRIER »



SÉRIE « IMPÉRATIF CLIMATIQUE : LE RETOUR DE LA FÉE ÉLECTRICITÉ »





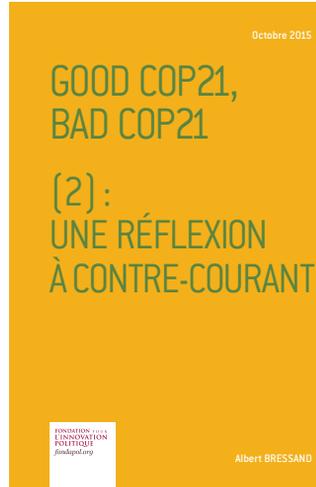
Marco BARONI

NUCLEAR ENERGY: CHANGING THE BALANCE OF POWER?

FONDATION POUR
L'INNOVATION
POLITIQUE
fondapol.org

December 2020





NOS PUBLICATIONS

Glyphosate, le bon grain et l'ivraie

Marcel Kuntz, novembre 2020, 68 pages

Covid-19 : la réponse des plateformes en ligne face à l'ultradroite

Maygane Janin et Flora Deverell, novembre 2020, 68 pages

2022 le risque populiste en France (vagues 2 et 3)

Un indicateur de la protestation électorale

Dominique Reynié, octobre 2020, 86 pages

Relocalisations : laisser les entreprises décider et protéger leur actionnariat

Frédéric Gonand, septembre 2020, 60 pages

Europe : la transition bas carbone, un bon usage de la souveraineté

Patrice Geoffron, septembre 2020, 60 pages

Relocaliser en France avec l'Europe

Yves Bertoncini, septembre 2020, 68 pages

Relocaliser la production après la pandémie ?

Paul-Adrien Hyppolite, septembre 2020, 72 pages

Qui paie ses dettes s'enrichit

Christian Pfister et Natacha Valla, septembre 2020, 60 pages

L'opinion européenne en 2019

Dominique Reynié (dir.), éditions Marie B/collection Lignes de Repères, septembre 2020, 212 pages

Les assureurs face au défi climatique

Arnaud Chneiweiss et José Bardaji, août 2020, 56 pages

Changements de paradigme

Josef Konvitz, juillet 2020, 44 pages

Hongkong : la seconde rétrocession

Jean-Pierre Cabestan et Laurence Daziano, juillet 2020, 84 pages

Tsunami dans un verre d'eau

Regard sur le vote europe écologie-les verts aux élections municipales de 2014 et de 2020 dans 41 villes de plus de 100 000 habitants

Sous la direction de Dominique Reynié, juillet 2020, 44 pages

Innovation politique 2019 (tome 2)

Fondation pour l'innovation politique, juin 2020, 412 pages

Innovation politique 2019 (tome 1)

Fondation pour l'innovation politique, juin 2020, 400 pages

Covid-19 - États-unis, Chine, Russie, les grandes puissances inquiètent l'opinion

Victor Delage, juin 2020, 16 pages

De la distanciation sociale à la distanciation intime

Anne Muxel, juin 2020, 48 pages

Covid-19 : Cartographie des émotions en France

Madeleine Hamel, mai 2020, 17 pages

Après le Covid-19, le transport aérien en Europe : le temps de la décision

Emmanuel Combe et Didier Bréchemier, mai 2020, 64 pages

- Avant le Covid-19, le transport aérien en Europe : un secteur déjà fragilisé***
Emmanuel Combe et Didier Bréchemier, mai 2020, 56 pages
- Ne gaspillons pas une crise***
Josef Konvitz, avril 2020, 48 pages
- Retraites : leçons des réformes suédoises***
Kristoffer Lundberg, avril 2020, 64 pages
- Retraites : leçons des réformes belges***
Frank Vandembroucke, février 2020, 64 pages
- Les biotechnologies en Chine : un état des lieux***
Aifang Ma, février 2020, 68 pages
- Radiographie de l'antisémitisme en France***
AJC Paris et Fondation pour l'innovation politique, janvier 2020, 32 pages
- OGM et produits d'édition du génome : enjeux réglementaires et géopolitiques***
Catherine Regnault-Roger, janvier 2020, 60 pages
- Des outils de modification du génome au service de la santé humaine et animale***
Catherine Regnault-Roger, janvier 2020, 56 pages
- Des plantes biotech au service de la santé du végétal et de l'environnement***
Catherine Regnault-Roger, janvier 2020, 56 pages
- Le soldat augmenté : regards croisés sur l'augmentation des performances du soldat***
CREC Saint-Cyr et la Fondation pour l'innovation politique, décembre 2019, 128 pages
- L'Europe face aux nationalismes économiques américain et chinois (3)
Défendre l'économie européenne par la politique commerciale***
Emmanuel Combe, Paul-Adrien Hyppolite et Antoine Michon, novembre 2019, 76 pages
- L'Europe face aux nationalismes économiques américain et chinois (2)
Les pratiques anticoncurrentielles étrangères***
Emmanuel Combe, Paul-Adrien Hyppolite et Antoine Michon, novembre 2019, 64 pages
- L'Europe face aux nationalismes économiques américain et chinois (1)
Politique de concurrence et industrie européenne***
Emmanuel Combe, Paul-Adrien Hyppolite et Antoine Michon, novembre 2019, 60 pages
- Les attentats islamistes dans le monde, 1979-2019***
Fondation pour l'innovation politique, novembre 2019, 80 pages
- Vers des prix personnalisés à l'heure du numérique ?***
Emmanuel Combe, octobre 2019, 68 pages
- 2022 le risque populiste en France***
Un indicateur de la protestation électorale
Dominique Reynié, octobre 2019, 44 pages
- La cour européenne des droits de l'homme, protectrice critiquée des « libertés invisibles »***
Jean-Luc Sauron, octobre 2019, 72 pages
- 1939, l'alliance soviéto-nazie : aux origines de la fracture européenne***
Stéphane Courtois, septembre 2019, 76 pages
- Saxe et Brandebourg. Percée de l'AfD aux élections régionales du 1^{er} septembre 2019***
Patrick Moreau, septembre 2019, 46 pages

Campements de migrants sans-abri : comparaisons européennes et recommandations
Julien Damon, septembre 2019, 68 pages

Vox, la fin de l'exception espagnole
Astrid Barrio, août 2019, 56 pages

Élections européennes 2019. Le poids des électors comparé au poids électoral des groupes parlementaires
Raphaël Grelon et Guillemette Lano. Avec le concours de Victor Delage et Dominique Reynié, juillet 2019, 22 pages

Allô maman bobo [2]. L'électorat urbain, de la gentrification au désenchantement
Nelly Garnier, juillet 2019, 64 pages

Allô maman bobo [1]. L'électorat urbain, de la gentrification au désenchantement
Nelly Garnier, juillet 2019, 68 pages

L'affaire Séralini. L'impasse d'une science militante
Marcel Kuntz, juin 2019, 60 pages

Démocraties sous tension
Sous la direction de Dominique Reynié, mai 2019, volume I, Les enjeux, 156 pages ; volume II, Les pays, 120 pages
Enquête réalisée en partenariat avec l'International Republican Institute

La longue gouvernance de Poutine
Michel Eltchaninoff, mai 2019, 52 pages

Politique du handicap : pour une société inclusive
Sophie Cluzel, avril 2019, 44 pages

Ferroviaire : ouverture à la concurrence, une chance pour la SNCF
David Valence et François Bouchard, mars 2019, 64 pages

Un an de populisme italien
Alberto Toscano, mars 2019, 56 pages

Une mosquée mixte pour un islam spirituel et progressiste
Eva Janadin et Anne-Sophie Monsinay, février 2019, 72 pages

Une civilisation électrique [2]. Vers le réenchantement
Alain Beltran et Patrice Carré, février 2019, 56 pages

Une civilisation électrique [1]. Un siècle de transformations
Alain Beltran et Patrice Carré, février 2019, 56 pages

Prix de l'électricité : entre marché, régulation et subvention
Jacques Percebois, février 2019, 64 pages

Vers une société post-carbone
Patrice Geoffron, février 2019, 60 pages

Énergie-climat en Europe : pour une excellence écologique
Emmanuel Tuchscherer, février 2019, 48 pages

Innovation politique 2018 (tome 2)
Fondation pour l'innovation politique, janvier 2019, 544 pages

Innovation politique 2018 (tome 1)
Fondation pour l'innovation politique, janvier 2019, 472 pages

L'opinion européenne en 2018
Dominique Reynié (dir.), éditions Marie B/collection Lignes de Repères, janvier 2019, 176 pages

La contestation animaliste radicale

Eddy Fougier, janvier 2019, 56 pages

Le numérique au secours de la santé

Serge Soudoplatoff, janvier 2019, 60 pages

Le nouveau pouvoir français et la coopération franco-japonaise

Fondation pour l'innovation politique, décembre 2018, 204 pages

Les apports du christianisme à l'unité de l'Europe

Jean-Dominique Durand, décembre 2018, 52 pages

La crise orthodoxe [2]. Les convulsions, du XIX^e siècle à nos jours

Jean-François Colosimo, décembre 2018, 52 pages

La crise orthodoxe [1]. Les fondations, des origines au XIX^e siècle

Jean-François Colosimo, décembre 2018, 52 pages

La France et les chrétiens d'Orient, dernière chance

Jean-François Colosimo, décembre 2018, 56 pages

Le christianisme et la modernité européenne [2].

Comprendre le retour de l'institution religieuse

Philippe Portier et Jean-Paul Willaime, décembre 2018, 52 pages

Le christianisme et la modernité européenne [1].

Récuser le déni

Philippe Portier et Jean-Paul Willaime, décembre 2018, 52 pages

Commerce illicite de cigarettes : les cas de Barbès-La Chapelle, Saint-Denis et Aubervilliers-Quatre-Chemins

Mathieu Zagrodzki, Romain Maneveau et Arthur Persais, novembre 2018, 84 pages

L'avenir de l'hydroélectricité

Jean-Pierre Corniou, novembre 2018, 64 pages

Retraites : Leçons des réformes italiennes

Michel Martone, novembre 2018, 48 pages

Les géants du numérique [2] : un frein à l'innovation ?

Paul-Adrien Hyppolite et Antoine Michon, novembre 2018, 84 pages

Les géants du numérique [1] : magnats de la finance

Paul-Adrien Hyppolite et Antoine Michon, novembre 2018, 80 pages

L'intelligence artificielle en Chine : un état des lieux

Aifang Ma, novembre 2018, 60 pages

Alternative für Deutschland : établissement électoral

Patrick Moreau, octobre 2018, 72 pages

Les Français jugent leur système de retraite

Fondation pour l'innovation politique, octobre 2018, 28 pages

Migrations : la France singulière

Didier Leschi, octobre 2018, 56 pages

La révision constitutionnelle de 2008 : un premier bilan

Hugues Hourdin, octobre 2018, 52 pages

Préface d'Édouard Balladur et de Jack Lang

Les Français face à la crise démocratique : Immigration, populisme, Trump, Europe...

AJC Europe et la Fondation pour l'innovation politique, septembre 2018, 72 pages

Les « Démocrates de Suède » : un vote anti-immigration

Johan Martinsson, septembre 2018, 64 pages

Les Suédois et l'immigration [2] : fin du consensus ?

Tino Sanandaji, septembre 2018, 56 pages

Les Suédois et l'immigration [1] : fin de l'homogénéité ?

Tino Sanandaji, septembre 2018, 56 pages

Éthiques de l'immigration

Jean-Philippe Vincent, juin 2018, 56 pages

Les addictions chez les jeunes (14-24 ans)

Fondation pour l'innovation politique, juin 2018, 56 pages

Enquête réalisée en partenariat avec la Fondation Gabriel Péri et le Fonds Actions Addictions

Villes et voitures : pour une réconciliation

Jean Coldefy, juin 2018, 60 pages

France : combattre la pauvreté des enfants

Julien Damon, mai 2018, 48 pages

Que pèsent les syndicats ?

Dominique Andolfatto, avril 2018, 56 pages

L'élan de la francophonie : pour une ambition française [2]

Benjamin Boutin, mars 2018, 48 pages

L'élan de la francophonie : une communauté de langue et de destin [1]

Benjamin Boutin, mars 2018, 48 pages

L'Italie aux urnes

Sofia Ventura, février 2018, 44 pages

L'intelligence artificielle : l'expertise partout accessible à tous

Serge Soudoplatoff, février 2018, 60 pages

L'innovation à l'ère du bien commun

Benjamin Boscher, Xavier Pavie, février 2018, 64 pages

Libérer l'islam de l'islamisme

Mohamed Louizi, janvier 2018, 84 pages

Gouverner le religieux dans un état laïc

Thierry Rambaud, janvier 2018, 56 pages

Innovation politique 2017 (tome 2)

Fondation pour l'innovation politique, janvier 2018, 492 pages

Innovation politique 2017 (tome 1)

Fondation pour l'innovation politique, janvier 2018, 468 pages

Une « norme intelligente » au service de la réforme

Victor Fabre, Mathieu Kohmann, Mathieu Luinaud, décembre 2017, 44 pages

Autriche : virage à droite

Patrick Moreau, novembre 2017, 52 pages

Pour repenser le bac, réformons le lycée et l'apprentissage

Faÿçal Hafied, novembre 2017, 76 pages

Où va la démocratie ?

Sous la direction de Dominique Reynié, Plon, octobre 2017, 320 pages

Violence antisémite en Europe 2005-2015

Johannes Due Enstad, septembre 2017, 48 pages

Pour l'emploi : la subrogation du crédit d'impôt des services à la personne
Bruno Despujol, Olivier Peraldi et Dominique Reynié, septembre 2017, 52 pages

Marché du travail : pour la réforme !
Fayçal Hafied, juillet 2017, 64 pages

Le fact-checking : une réponse à la crise de l'information et de la démocratie
Farid Gueham, juillet 2017, 68 pages

Notre-Dame- des-Landes : l'État, le droit et la démocratie empêchés
Bruno Hug de Larauze, mai 2017, 56 pages

France : les juifs vus par les musulmans. Entre stéréotypes et méconnaissances
Mehdi Ghouirgate, Iannis Roder et Dominique Schnapper, mai 2017, 44 pages

Dette publique : la mesurer, la réduire
Jean-Marc Daniel, avril 2017, 52 pages

Parfaire le paritarisme par l'indépendance financière
Julien Damon, avril 2017, 52 pages

Former, de plus en plus, de mieux en mieux. L'enjeu de la formation professionnelle
Olivier Faron, avril 2017, 48 pages

Les troubles du monde, l'islamisme et sa récupération populiste : l'Europe démocratique menacée
Pierre-Adrien Hanania, AJC, Fondapol, mars 2017, 44 pages

Porno addiction : nouvel enjeu de société
David Reynié, mars 2017, 48 pages

Calais : miroir français de la crise migratoire européenne [2]
Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, mars 2017, 72 pages

Calais : miroir français de la crise migratoire européenne [1]
Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, mars 2017, 56 pages

L'actif épargne logement
Pierre-François Gouiffès, février 2017, 48 pages

Réformer : quel discours pour convaincre ?
Christophe de Voogd, février 2017, 52 pages

De l'assurance maladie à l'assurance santé
Patrick Negaret, février 2017, 48 pages

Hôpital : libérer l'innovation
Christophe Marques et Nicolas Bouzou, février 2017, 44 pages

Le Front national face à l'obstacle du second tour
Jérôme Jaffré, février 2017, 48 pages

La République des entrepreneurs
Vincent Lorphelin, janvier 2017, 52 pages

Des startups d'État à l'État plateforme
Pierre Pezziardi et Henri Verdier, janvier 2017, 52 pages

Vers la souveraineté numérique
Farid Gueham, janvier 2017, 44 pages

Repenser notre politique commerciale
Laurence Daziano, janvier 2017, 48 pages

Mesures de la pauvreté, mesures contre la pauvreté

Julien Damon, décembre 2016, 40 pages

L'Autriche des populistes

Patrick Moreau, novembre 2016, 72 pages

L'Europe face aux défis du pétro-solaire

Albert Bressand, novembre 2016, 52 pages

Le Front national en campagnes. Les agriculteurs et le vote FN

Eddy Fougier et Jérôme Fourquet, octobre 2016, 52 pages

Innovation politique 2016

Fondation pour l'innovation politique, PUF, octobre 2016, 758 pages

Le nouveau monde de l'automobile (2) : les promesses de la mobilité électrique

Jean-Pierre Corniou, octobre 2016, 68 pages

Le nouveau monde de l'automobile (1) : l'impasse du moteur à explosion

Jean-Pierre Corniou, octobre 2016, 48 pages

L'opinion européenne en 2016

Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, septembre 2016, 224 pages

L'individu contre l'étatisme. Actualité de la pensée libérale française (xx^e siècle)

Jérôme Perrier, septembre 2016, 52 pages

L'individu contre l'étatisme. Actualité de la pensée libérale française (xix^e siècle)

Jérôme Perrier, septembre 2016, 52 pages

Refonder l'audiovisuel public.

Olivier Babeau, septembre 2016, 48 pages

La concurrence au défi du numérique

Charles-Antoine Schwerer, juillet 2016, 48 pages

Portrait des musulmans d'Europe : unité dans la diversité

Vincent Tournier, juin 2016, 68 pages

Portrait des musulmans de France : une communauté plurielle

Nadia Henni-Moulai, juin 2016, 48 pages

La blockchain, ou la confiance distribuée

Yves Caseau et Serge Soudoplatoff, juin 2016, 48 pages

La gauche radicale : liens, lieux et luttes (2012-2017)

Sylvain Boulouque, mai 2016, 56 pages

Gouverner pour réformer : éléments de méthode

Erwan Le Noan et Matthieu Montjotin, mai 2016, 64 pages

Les zadistes (2) : la tentation de la violence

Eddy Fougier, avril 2016, 44 pages

Les zadistes (1) : un nouvel anticapitalisme

Eddy Fougier, avril 2016, 44 pages

Régionales (2) : les partis, contestés mais pas concurrencés

Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, mars 2016, 52 pages

Régionales (1) : vote FN et attentats

Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, mars 2016, 60 pages

Un droit pour l'innovation et la croissance

Sophie Vermeille, Mathieu Kohmann et Mathieu Luinaud, février 2016, 52 pages

Le lobbying : outil démocratique

Anthony Escurat, février 2016, 44 pages

Valeurs d'islam

Dominique Reynié (dir.), préface par le cheikh Khaled Bentounès, PUF, janvier 2016, 432 pages

Chiïtes et sunnites : paix impossible ?

Mathieu Terrier, janvier 2016, 44 pages

Projet d'entreprise : renouveler le capitalisme

Daniel Hurstel, décembre 2015, 44 pages

Le mutualisme : répondre aux défis assurantiels

Arnaud Chneiweiss et Stéphane Tisserand, novembre 2015, 44 pages

L'opinion européenne en 2015

Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, novembre 2015, 140 pages

La noopolitique : le pouvoir de la connaissance

Idriss J. Aberkane, novembre 2015, 52 pages

Innovation politique 2015

Fondation pour l'innovation politique, PUF, octobre 2015, 576 pages

Good COP21, Bad COP21 [2] : une réflexion à contre-courant

Albert Bressand, octobre 2015, 48 pages

Good COP21, Bad COP21 [1] : le Kant européen et le Machiavel chinois

Albert Bressand, octobre 2015, 48 pages

PME : nouveaux modes de financement

Mohamed Abdesslam et Benjamin Le Pendeven, octobre 2015, 44 pages

Vive l'automobilisme ! [2]. Pourquoi il faut défendre la route

Mathieu Flonneau et Jean-Pierre Orfeuill, octobre 2015, 44 pages

Vive l'automobilisme ! [1]. Les conditions d'une mobilité conviviale

Mathieu Flonneau et Jean-Pierre Orfeuill, octobre 2015, 40 pages

Crise de la conscience arabo-musulmane

Malik Bezouh, septembre 2015, 40 pages

Départementales de mars 2015 [3] : le second tour

Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, août 2015, 56 pages

Départementales de mars 2015 [2] : le premier tour

Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, août 2015, 56 pages

Départementales de mars 2015 [1] : le contexte

Jérôme Fourquet et Sylvain Manternach, août 2015, 44 pages

Enseignement supérieur : les limites de la « mastérisation »

Julien Gonzalez, juillet 2015, 44 pages

Politique économique : l'enjeu franco-allemand

Wolfgang Glomb et Henry d'Arcole, juin 2015, 36 pages

Les lois de la primaire. Celles d'hier, celles de demain.

François Bazin, juin 2015, 48 pages

Économie de la connaissance

Idriss J. Aberkane, mai 2015, 48 pages

Lutter contre les vols et cambriolages : une approche économique

Emmanuel Combe et Sébastien Daziano, mai 2015, 56 pages

Unir pour agir : un programme pour la croissance

Alain Madelin, mai 2015, 52 pages

Nouvelle entreprise et valeur humaine

Francis Mer, avril 2015, 32 pages

Les transports et le financement de la mobilité

Yves Crozet, avril 2015, 32 pages

Numérique et mobilité : impacts et synergies

Jean Coldefy, avril 2015, 36 pages

Islam et démocratie : face à la modernité

Mohamed Beddy Ebnou, mars 2015, 40 pages

Islam et démocratie : les fondements

Aḥmad Al-Raysuni, mars 2015, 40 pages

Les femmes et l'islam : une vision réformiste

Asma Lamrabet, mars 2015, 48 pages

Éducation et islam

Mustapha Cherif, mars 2015, 44 pages

Que nous disent les élections législatives partielles depuis 2012 ?

Dominique Reynié, février 2015, 4 pages

L'islam et les valeurs de la République

Saad Khiari, février 2015, 44 pages

Islam et contrat social

Philippe Moulinet, février 2015, 44 pages

Le soufisme : spiritualité et citoyenneté

Bariza Khiari, février 2015, 56 pages

L'humanisme et l'humanité en islam

Ahmed Bouyerdene, février 2015, 56 pages

Éradiquer l'hépatite C en France : quelles stratégies publiques ?

Nicolas Bouzou et Christophe Marques, janvier 2015, 40 pages

Coran, clés de lecture

Tareq Oubrou, janvier 2015, 44 pages

Le pluralisme religieux en islam, ou la conscience de l'altérité

Éric Geoffroy, janvier 2015, 40 pages

Mémoires à venir

Dominique Reynié, janvier 2015, enquête réalisée en partenariat avec la Fondation pour la Mémoire de la Shoah, 156 pages

La classe moyenne américaine en voie d'effritement

Julien Damon, décembre 2014, 40 pages

Pour une complémentaire éducation : l'école des classes moyennes

Erwan Le Noan et Dominique Reynié, novembre 2014, 56 pages

L'antisémitisme dans l'opinion publique française. Nouveaux éclairages

Dominique Reynié, novembre 2014, 48 pages

La politique de concurrence : un atout pour notre industrie

Emmanuel Combe, novembre 2014, 48 pages

Européennes 2014 (2) : poussée du FN, recul de l'UMP et vote breton
 Jérôme Fourquet, octobre 2014, 52 pages

Européennes 2014 (1) : la gauche en miettes
 Jérôme Fourquet, octobre 2014, 40 pages

Innovation politique 2014
 Fondation pour l'innovation politique, PUF, octobre 2014, 554 pages

Énergie-climat : pour une politique efficace
 Albert Bressand, septembre 2014, 56 pages

L'urbanisation du monde. Une chance pour la France
 Laurence Daziano, juillet 2014, 44 pages

Que peut-on demander à la politique monétaire ?
 Pascal Salin, mai 2014, 48 pages

Le changement, c'est tout le temps ! 1514 - 2014
 Suzanne Baverez et Jean Sinié, mai 2014, 48 pages

Trop d'émigrés ? Regards sur ceux qui partent de France
 Julien Gonzalez, mai 2014, 48 pages

L'opinion européenne en 2014
 Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, avril 2014, 284 pages

Taxer mieux, gagner plus
 Robin Rivaton, avril 2014, 52 pages

L'État innovant (2) : diversifier la haute administration
 Kevin Brookes et Benjamin Le Pendeven, mars 2014, 44 pages

L'État innovant (1) : renforcer les think tanks
 Kevin Brookes et Benjamin Le Pendeven, mars 2014, 52 pages

Pour un new deal fiscal
 Gianmarco Monsellato, mars 2014, 8 pages

Faire cesser la mendicité avec enfants
 Julien Damon, mars 2014, 44 pages

Le low cost, une révolution économique et démocratique
 Emmanuel Combe, février 2014, 52 pages

Un accès équitable aux thérapies contre le cancer
 Nicolas Bouzou, février 2014, 52 pages

Réformer le statut des enseignants
 Luc Chatel, janvier 2014, 8 pages

Un outil de finance sociale : les social impact bonds
 Yan de Kerouguen, décembre 2013, 36 pages

Pour la croissance, la débureaucratiation par la confiance
 Pierre Pezziardi, Serge Soudoplatoff et Xavier Quérat-Hément,
 novembre 2013, 48 pages

Les valeurs des Franciliens
 Guénaëlle Gault, octobre 2013, 36 pages

Sortir d'une grève étudiante : le cas du Québec
 Jean-Patrick Brady et Stéphane Paquin, octobre 2013, 40 pages

Un contrat de travail unique avec indemnités de départ intégrées

Charles Beigbeder, juillet 2013, 8 pages

L'opinion européenne en 2013

Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, juillet 2013, 268 pages

La nouvelle vague des émergents : Bangladesh, Éthiopie, Nigeria, Indonésie, Vietnam, Mexique

Laurence Daziano, juillet 2013, 40 pages

Transition énergétique européenne : bonnes intentions et mauvais calculs

Albert Bressand, juillet 2013, 44 pages

La démobilité : travailler, vivre autrement

Julien Damon, juin 2013, 44 pages

Le Kapital. Pour rebâtir l'industrie

Christian Saint-Étienne et Robin Rivaton, avril 2013, 40 pages

Code éthique de la vie politique et des responsables publics en France

Les Arvernes, Fondation pour l'innovation politique, avril 2013, 12 pages

Les classes moyennes dans les pays émergents

Julien Damon, avril 2013, 38 pages

Innovation politique 2013

Fondation pour l'innovation politique, PUF, janvier 2013, 652 pages

Relancer notre industrie par les robots (2) : les stratégies

Robin Rivaton, décembre 2012, 40 pages

Relancer notre industrie par les robots (1) : les enjeux

Robin Rivaton, décembre 2012, 52 pages

La compétitivité passe aussi par la fiscalité

Aldo Cardoso, Michel Didier, Bertrand Jacquillat, Dominique Reynié et Grégoire Sentilhes, décembre 2012, 20 pages

Une autre politique monétaire pour résoudre la crise

Nicolas Goetzmann, décembre 2012, 40 pages

La nouvelle politique fiscale rend-elle l'ISF inconstitutionnel ?

Aldo Cardoso, novembre 2012, 12 pages

Fiscalité : pourquoi et comment un pays sans riches est un pays pauvre ...

Bertrand Jacquillat, octobre 2012, 40 pages

Youth and Sustainable Development

Fondapol/Nomadéis/United Nations, juin 2012, 80 pages

La philanthropie. Des entrepreneurs de solidarité

Francis Charhon, mai / juin 2012, 44 pages

Les chiffres de la pauvreté : le sens de la mesure

Julien Damon, mai 2012, 40 pages

Libérer le financement de l'économie

Robin Rivaton, avril 2012, 40 pages

L'épargne au service du logement social

Julie Merle, avril 2012, 40 pages

L'opinion européenne en 2012

Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, mars 2012, 210 pages

Valeurs partagées

Dominique Reynié (dir.), PUF, mars 2012, 362 pages

Les droites en Europe

Dominique Reynié (dir.), PUF, février 2012, 552 pages

Innovation politique 2012

Fondation pour l'innovation politique, PUF, janvier 2012, 648 pages

L'école de la liberté : initiative, autonomie et responsabilité

Charles Feuillerade, janvier 2012, 36 pages

Politique énergétique française (2) : les stratégies

Rémy Prud'homme, janvier 2012, 40 pages

Politique énergétique française (1) : les enjeux

Rémy Prud'homme, janvier 2012, 48 pages

Révolution des valeurs et mondialisation

Luc Ferry, janvier 2012, 36 pages

Quel avenir pour la social-démocratie en Europe ?

Sir Stuart Bell, décembre 2011, 36 pages

La régulation professionnelle : des règles non étatiques pour mieux responsabiliser

Jean-Pierre Teyssier, décembre 2011, 36 pages

L'hospitalité : une éthique du soin

Emmanuel Hirsch, décembre 2011, 32 pages

12 idées pour 2012

Fondation pour l'innovation politique, décembre 2011, 110 pages

Les classes moyennes et le logement

Julien Damon, décembre 2011, 40 pages

Réformer la santé : trois propositions

Nicolas Bouzou, novembre 2011, 32 pages

Le nouveau Parlement : la révision du 23 juillet 2008

Jean-Félix de Bujadoux, novembre 2011, 40 pages

La responsabilité

Alain-Gérard Slama, novembre 2011, 32 pages

Le vote des classes moyennes

Élisabeth Dupoirier, novembre 2011, 40 pages

La compétitivité par la qualité

Emmanuel Combe et Jean-Louis Mucchielli, octobre 2011, 32 pages

Les classes moyennes et le crédit

Nicolas Pécourt, octobre 2011, 32 pages

Portrait des classes moyennes

Laure Bonneval, Jérôme Fourquet et Fabienne Gomant, octobre 2011, 36 pages

Morale, éthique, déontologie

Michel Maffesoli, octobre 2011, 40 pages

Sortir du communisme, changer d'époque

Stéphane Courtois (dir.), PUF, octobre 2011, 672 pages

L'énergie nucléaire après Fukushima : incident mineur ou nouvelle donne ?

Malcolm Grimston, septembre 2011, 16 pages

La jeunesse du monde

Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, septembre 2011, 132 pages

Pouvoir d'achat : une politique

Emmanuel Combe, septembre 2011, 52 pages

La liberté religieuse

Henri Madelin, septembre 2011, 36 pages

Réduire notre dette publique

Jean-Marc Daniel, septembre 2011, 40 pages

Écologie et libéralisme

Corine Pelluchon, août 2011, 40 pages

Valoriser les monuments historiques : de nouvelles stratégies

Wladimir Mitrofanoff et Christiane Schmuckle-Mollard, juillet 2011, 28 pages

Contester les technosciences : leurs raisons

Eddy Fougier, juillet 2011, 40 pages

Contester les technosciences : leurs réseaux

Sylvain Boulouque, juillet 2011, 36 pages

La fraternité

Paul Thibaud, juin 2011, 36 pages

La transformation numérique au service de la croissance

Jean-Pierre Corniou, juin 2011, 52 pages

L'engagement

Dominique Schnapper, juin 2011, 32 pages

Liberté, Égalité, Fraternité

André Glucksmann, mai 2011, 36 pages

Quelle industrie pour la défense française ?

Guillaume Lagane, mai 2011, 26 pages

La religion dans les affaires : la responsabilité sociale de l'entreprise

Aurélien Acquier, Jean-Pascal Gond et Jacques Igalens, mai 2011, 44 pages

La religion dans les affaires : la finance islamique

Lila Guermas-Sayegh, mai 2011, 36 pages

Où en est la droite ? L'Allemagne

Patrick Moreau, avril 2011, 56 pages

Où en est la droite ? La Slovaquie

Étienne Boisserie, avril 2011, 40 pages

Qui détient la dette publique ?

Guillaume Leroy, avril 2011, 36 pages

Le principe de précaution dans le monde

Nicolas de Sadeleer, mars 2011, 36 pages

Comprendre le Tea Party

Henri Hude, mars 2011, 40 pages

Où en est la droite ? Les Pays-Bas

Niek Pas, mars 2011, 36 pages

Productivité agricole et qualité des eaux

Gérard Morice, mars 2011, 44 pages

L'Eau : du volume à la valeur

Jean-Louis Chaussade, mars 2011, 32 pages

Eau : comment traiter les micropolluants ?

Philippe Hartemann, mars 2011, 38 pages

Eau : défis mondiaux, perspectives françaises

Gérard Payen, mars 2011, 62 pages

L'irrigation pour une agriculture durable

Jean-Paul Renoux, mars 2011, 42 pages

Gestion de l'eau : vers de nouveaux modèles

Antoine Frérot, mars 2011, 32 pages

Où en est la droite ? L'Autriche

Patrick Moreau, février 2011, 42 pages

La participation au service de l'emploi et du pouvoir d'achat

Jacques Perche et Antoine Pertinax, février 2011, 32 pages

Le tandem franco-allemand face à la crise de l'euro

Wolfgang Glomb, février 2011, 38 pages

2011, la jeunesse du monde

Dominique Reynié (dir.), janvier 2011, 88 pages

L'opinion européenne en 2011

Dominique Reynié (dir.), Édition Lignes de Repères, janvier 2011, 254 pages

Administration 2.0

Thierry Weibel, janvier 2011, 48 pages

Où en est la droite ? La Bulgarie

Antony Todorov, décembre 2010, 32 pages

Le retour du tirage au sort en politique

Gil Delannoi, décembre 2010, 38 pages

La compétence morale du peuple

Raymond Boudon, novembre 2010, 30 pages

L'Académie au pays du capital

Bernard Belloc et Pierre-François Mourier, PUF, novembre 2010, 222 pages

Pour une nouvelle politique agricole commune

Bernard Bachelier, novembre 2010, 30 pages

Sécurité alimentaire : un enjeu global

Bernard Bachelier, novembre 2010, 30 pages

Les vertus cachées du low cost aérien

Emmanuel Combe, novembre 2010, 40 pages

Innovation politique 2011

Fondation pour l'innovation politique, PUF, novembre 2010, 676 pages

Défense : surmonter l'impasse budgétaire

Guillaume Lagane, octobre 2010, 34 pages

Où en est la droite ? L'Espagne

Joan Marcet, octobre 2010, 34 pages

Les vertus de la concurrence

David Sraer, septembre 2010, 44 pages

Internet, politique et coproduction citoyenne

Robin Berjon, septembre 2010, 32 pages

Où en est la droite ? La Pologne

Dominika Tomaszewska-Mortimer, août 2010, 42 pages

Où en est la droite ? La Suède et le Danemark

Jacob Christensen, juillet 2010, 44 pages

Quel policier dans notre société ?

Mathieu Zagrodzki, juillet 2010, 28 pages

Où en est la droite ? L'Italie

Sofia Ventura, juillet 2010, 36 pages

Crise bancaire, dette publique : une vue allemande

Wolfgang Glomb, juillet 2010, 28 pages

Dette publique, inquiétude publique

Jérôme Fourquet, juin 2010, 32 pages

Une régulation bancaire pour une croissance durable

Nathalie Janson, juin 2010, 36 pages

Quatre propositions pour rénover notre modèle agricole

Pascal Perri, mai 2010, 32 pages

Régionales 2010 : que sont les électeurs devenus ?

Pascal Perrineau, mai 2010, 56 pages

L'opinion européenne en 2010

Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, mai 2010, 245 pages

Pays-Bas : la tentation populiste

Christophe de Voogd, mai 2010, 43 pages

Quatre idées pour renforcer le pouvoir d'achat

Pascal Perri, avril 2010, 30 pages

Où en est la droite ? La Grande-Bretagne

David Hanley, avril 2010, 34 pages

Renforcer le rôle économique des régions

Nicolas Bouzou, mars 2010, 30 pages

Réduire la dette grâce à la Constitution

Jacques Delpla, février 2010, 54 pages

Stratégie pour une réduction de la dette publique française

Nicolas Bouzou, février 2010, 30 pages

Iran : une révolution civile ?

Nader Vahabi, novembre 2009, 19 pages

Où va la politique de l'église catholique ? D'une querelle du libéralisme à l'autre

Émile Perreau-Saussine, octobre 2009, 26 pages

Agir pour la croissance verte

Valéry Morron et Déborah Sanchez, octobre 2009, 11 pages

L'économie allemande à la veille des législatives de 2009

Nicolas Bouzou et Jérôme Duval-Hamel, septembre 2009, 10 pages

Élections européennes 2009 : analyse des résultats en Europe et en France

Corinne Deloy, Dominique Reynié et Pascal Perrineau, septembre 2009, 32 pages

Retour sur l'alliance soviéto-nazie, 70 ans après

Stéphane Courtois, juillet 2009, 16 pages

L'État administratif et le libéralisme. Une histoire française

Lucien Jaume, juin 2009, 12 pages

***La politique européenne de développement :
une réponse à la crise de la mondialisation ?***

Jean-Michel Debrat, juin 2009, 12 pages

***La protestation contre la réforme du statut des enseignants-chercheurs :
défense du statut, illustration du statu quo.***

Suivi d'une discussion entre l'auteur et Bruno Bensasson

David Bonneau, mai 2009, 20 pages

La lutte contre les discriminations liées à l'âge en matière d'emploi

Élise Muir (dir.), mai 2009, 64 pages

Quatre propositions pour que l'Europe ne tombe pas dans le protectionnisme

Nicolas Bouzou, mars 2009, 12 pages

Après le 29 janvier : la fonction publique contre la société civile ?

Une question de justice sociale et un problème démocratique

Dominique Reynié, mars 2009, 22 pages

La réforme de l'enseignement supérieur en Australie

Zoe McKenzie, mars 2009, 74 pages

Les réformes face au conflit social

Dominique Reynié, janvier 2009, 14 pages

L'opinion européenne en 2009

Dominique Reynié (dir.), Éditions Lignes de Repères, mars 2009, 237 pages

Travailler le dimanche : qu'en pensent ceux qui travaillent le dimanche ?

Sondage, analyse, éléments pour le débat

Dominique Reynié, janvier 2009, 18 pages

Stratégie européenne pour la croissance verte

Elvire Fabry et Damien Tresallet (dir.), novembre 2008, 124 pages

***Défense, immigration, énergie : regards croisés franco-allemands
sur trois priorités de la présidence française de l'UE***

Elvire Fabry, octobre 2008, 35 pages

Retrouvez notre actualité et nos publications sur fondapol.org

SOUTENEZ LA FONDATION POUR L'INNOVATION POLITIQUE !

Pour renforcer son indépendance et conduire sa mission d'utilité publique, la Fondation pour l'innovation politique, institution de la société civile, a besoin du soutien des entreprises et des particuliers. Ils sont invités à participer chaque année à la convention générale qui définit ses orientations. La Fondation pour l'innovation politique les convie régulièrement à rencontrer ses équipes et ses conseillers, à discuter en avant-première de ses travaux, à participer à ses manifestations.

Reconnue d'utilité publique par décret en date du 14 avril 2004, la Fondation pour l'innovation politique peut recevoir des dons et des legs des particuliers et des entreprises.

Vous êtes une entreprise, un organisme, une association

Avantage fiscal : votre entreprise bénéficie d'une réduction d'impôt de 60 % à imputer directement sur l'IS (ou le cas échéant sur l'IR), dans la limite de 5 % du chiffre d'affaires HT (report possible durant 5 ans) (art. 238 bis du CGI).

Dans le cas d'un don de 20 000 €, vous pourrez déduire 12 000 € d'impôt, votre contribution aura réellement coûté 8 000 € à votre entreprise.

Vous êtes un particulier

Avantages fiscaux : au titre de l'IR, vous bénéficiez d'une réduction d'impôt de 66 % de vos versements, dans la limite de 20 % du revenu imposable (report possible durant 5 ans); au titre de l'IFI, vous bénéficiez d'une réduction d'impôt de 75 % de vos dons versés, dans la limite de 50 000 €.

Dans le cas d'un don de 1 000 €, vous pourrez déduire 660 € de votre IR ou 750 € de votre IFI. Pour un don de 5 000 €, vous pourrez déduire 3 300 € de votre IR ou 3 750 € de votre IFI.

contact : Anne Flambert +33 (0)1 47 53 67 09 anne.flambert@fondapol.org

RELOCALISER EN DÉCARBONANT GRÂCE À L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Par Valérie FAUDON

La crise du Covid-19 a révélé la perte d'autonomie stratégique de la France par rapport à certains biens essentiels et rendu d'autant plus visible le décrochage industriel français sur les vingt dernières années. Ce décrochage est responsable non seulement d'une perte de souveraineté mais aussi certainement en partie de la fracture sociale et territoriale grandissante. Alors que le plan de relance présenté en septembre 2020 par le gouvernement accorde une importance particulière aux projets de relocalisations, cette étude s'intéresse aux avantages que représentent les installations nucléaires et la filière nucléaire française dans son ensemble pour les politiques de relocalisation et, au-delà, de réindustrialisation.

Elle démontre notamment que le nucléaire est en France un outil de souveraineté permettant de résister aux chocs énergétiques, un facteur de compétitivité-coût favorisant l'attractivité internationale du pays pour les industriels et un vecteur de compétences, terreau d'une possible réindustrialisation au cœur des territoires. Finalement, la filière nucléaire française est un opérateur clé de la décarbonation en France et présente des atouts certains, non seulement parce que l'empreinte carbone des produits et services est amenée à devenir un nouveau facteur de compétitivité mais aussi parce qu'elle permet à notre pays de se placer dans la course au carburant vert (l'hydrogène) et de se positionner dans les secteurs de demain gros consommateurs d'électricité, tels celui des data centers.

Les médias

fondapol.tv

ГРОП ЛИБЯЕ
Une voix libérale, progressiste et européenne

**ANTHROPO
TECHNIE**
LES ENJEUX DE L'HUMAIN AUGMENTÉ

Les données en open data

data.fondapol



Le site internet

fondapol.org



978 2 36408 246 5

ISBN : 978-2-36408-246-5