

Progressistes

Science Travail & Environnement

N° 47 JANVIER-FÉVRIER-MARS 2025



DOSSIER

NUCLÉAIRE EN FRANCE, LA RENAISSANCE ?



SCIENCE
HOMMAGE À MAURICE AUDIN
par Cédric Villani



ENVIRONNEMENT
**HALTE AUX IDÉES REÇUES
SUR LA VOITURE ÉLECTRIQUE** par Victor Leny



ENVIRONNEMENT
**FOS-ÉTANG DE BÉRRE : DÉCARBONATION DE FAÇADE
OU NOUVEL ESSOR INDUSTRIEL ?** par Jean-Claude Cheinet

ÉDITO Le bon sens et la science Flavian Ronteix	3
DOSSIER NUCLÉAIRE EN FRANCE, LA RENAISSANCE ?	6
ÉDITO Une histoire à prolonger Sandra Brisson et Michel Doneddu	6
Le nouveau programme nucléaire, stratégie et financement Lionel Taccoen	8
Les petits réacteurs modulaires, une nouvelle manière de développer le nucléaire? Michel Doneddu	10
Face au défi climatique, le nucléaire durable est incontournable Claire Kerboul	14
Relancer la filière nucléaire à neutrons rapides française Michel Doneddu	19
Quels moyens pour la sûreté nucléaire et la radioprotection? Luc Foulquier, Marcel Prévost et Jean Barra	20
ASNR, le point de vue syndicaliste Névèna Latil-Querrec et Philippe Bourachot	24
L'électronucléaire pour décarboner l'énergie Serge Vidal	25
Défis et risques de l'énergie nucléaire pour les transports maritimes Sandra Brisson	28
JEUX Échecs classiques contre <i>freecess</i> , ou le retour d' <i>Cédipe</i> Taylan Coskun	31
BRÈVES	32
RENCONTRES PROGRESSISTES Les vidéos sont disponibles !	34
L'IMAGE DU NUMÉRO	36
SCIENCE ET TECHNOLOGIE	
RECHERCHE ET HIÉRARCHISATION Les <i>key labs</i> du CNRS : la juste fureur des chercheurs Geoffrey Bodenhausen	37
HOMMAGE Maurice Audin, un grand Français Cédric Villani	38
ENVIRONNEMENT	
RECHERCHE Fos-étang de Berre : décarbonation de façade ou nouvel essor industriel? Jean-Claude Cheinet	43
INDUSTRIE Voiture électrique... Halte aux idées reçues! Victor Leny	46
LES SCIENCES ET LES TECHNIQUES AU FÉMININ	
Trota de Salerne Claude Frasson	51

Progressistes Tél. 01 40 40 13 41 • **Directeur honoraire** : † Jean-Pierre Kahane • **Directeur de la publication** : Jean-François Bolzinger • **Directrice de la rédaction** : Anne Barbagelata • **Directrice éditoriale** : Marie-Claire Cailletaud • **Directeur scientifique** : Ivan Lavallée • **Rédacteur en chef** : Flavian Ronteix • **Rédactrices et rédacteurs en chef adjoints** : Clément Chabanne, Fanny Chartier, Sébastien Elka, Clémence Grandlarge, Hélène Lepont, Anne Manauthon, Nadia Mersali • **Rubrique Science** : Anna Grandlarge, Arnaud Vaillant • **Rubrique Travail** : Léa Bruïdo, Clément Chabanne, Clément Roll, Dorian Mellot • **Rubrique Environnement** : Jean-Claude Cheinet, Bruno Gabriel, Léo Goudy • **Brèves et livres** : Yvon Huet • **Jeux et stratégies** : Taylan Coskun • **Rédacteur-réviseur** : Jaime Prat-Corona • **Relectrice** : Élisabeth Azzolini • **Comité de rédaction** : Jean-Noël Aqua, Élisabeth Azzolini, Amar Bellal, Geoffrey Bodenhausen, Jean-Claude Cauvin, Bruno Chaudret, Marie-Françoise Courel, Simon Descargues, Marion Fontaine, Claude Frasson, Clémence Grandlarge, Michel Limousin, George Matti, Simone Mazauric, Jaime Prat-Corona, Evariste Sanchez-Palencia, Pierre Serra, Peppino Terpolilli, Françoise Varouchas • **Informatique** : Joris Castiglione, Jacques Perrin Toinin • **Conception graphique et maquette** : Frédéric Coyère • **Experts associés** : Luc Foulquier, Gilles Cohen-Tanoudji • **Édité par** : l'association Paul-Langevin (6, avenue Mathurin-Moreau 75167 Paris Cedex 19) • **N° CPPAP** : 1024 G 93175 • **N° ISSN** : 2606-5479 • **Imprimeur** : Public Imprim (12, rue Pierre-Timbaud, BP 553, 69637 Vénissieux Cedex).

Conseil de rédaction : **Président** : Ivan Lavallée • **Membres** : Hervé Bramey, Marc Brynhole, Bruno Chaudret, Xavier Compain, Yves Dimicoli, Jean-Luc Gibelin, Valérie Gonçalves, Jacky Hénin, Marie-José Kotlicki, Nicolas Marchand, Anne Mesliand, Alain Obadia, Marine Roussillon, Francis Wurtz, Igor Zamichief.



NOUVEAU! PLUS SIMPLE, PLUS RAPIDE
paiement en ligne sur revue-progressistes.org
Abonnement 4 numéros par an!



FLAVIEN RONTEIX,
RÉDACTEUR EN CHEF
DE PROGRESSISTES

Le bon sens et la science

Que faire du bon sens? Tout le monde en est doté, c'est sûrement la chose la mieux partagée au monde, comme l'affirmait Descartes. Or il n'est pas infaillible, il peut nous induire en erreur. C'est en cela que la science, les statistiques, l'analyse fine peuvent nous aider à porter un regard plus juste sur le monde. Depuis quelque temps, nous assistons à une instrumentalisation du bon sens. C'est majoritairement le fait des droites, mais aussi de tous les populismes. Le « bon sens des campagnes » serait bien plus proche de la vérité des problèmes que les intellectuels des grandes villes. Sous-entendu : le populisme se nourrit de la défiance envers des élites, y compris scientifiques.

Les discours populistes simplifient à l'extrême des questions complexes en utilisant l'argument du « bon sens » pour discréditer des années de recherche et d'expertise. C'est en cela que le terme est dangereux. Un exemple caricatural : les débats sur le changement climatique voient souvent surgir des arguments fallacieux ; ainsi, une incapacité à prédire la météo du lendemain est utilisée pour remettre en cause des prédictions climatiques à long terme. Ces attaques ne sont pas anodines, elles visent à semer le doute et à affaiblir la confiance du public dans les institutions scientifiques.

En Hongrie, aux États-Unis, et même en France, des coupes drastiques dans les budgets de la recherche et de l'éducation témoignent de cette tendance inquiétante. Aux États-Unis, où sous la présidence Trump la dérive antiscientifique prend un tournant dramatique, les discours populistes mènent à la catastrophe pour tous. Que l'on songe à la problématique du réchauffement climatique avec la fin de programmes de recherche essentiels au service du GIEC ou encore à la suppression pure et simple de données scientifiques, trop en désaccord avec certaines « certitudes », et surtout trop en désaccord avec certains intérêts particuliers. Le capital préfère une science qui ne remette pas

en cause ses marges bénéficiaires plutôt qu'une science qui y appose des limites.

Face aux défis de l'heure, il est crucial de réaffirmer l'importance du débat et des faits scientifiques. La science n'est pas une croyance, c'est une démarche – en ce sens, le titre de docteur ne donne pas le droit de raconter n'importe quoi. Elle est essentielle pour aborder les défis qui se présentent à nous : changement climatique, biodiversité, santé publique, inégalités sociales... Il n'y a pas une science plus utile qu'une autre, toutes seront nécessaires et se doivent d'être associées pour répondre à ces grands défis. La liberté académique et l'esprit critique sont des piliers de nos démocraties, une démocratie sociale au service de tous, et non une démocratie réduite à des intérêts particuliers. La défense de la démocratie n'est pas que de l'affaire des scientifiques.

Accueillir en France des milliers de scientifiques états-uniens, comme le souhaite le président de la République, n'est pas la solution quand dans le même temps ce même président et son gouvernement utilisent les mêmes ressorts populistes et coupent massivement dans les budgets de la recherche et de la formation. C'est d'une culture scientifique partagée que l'on a besoin pour protéger le débat démocratique de toutes les formes de populismes. Avec *Progressistes*, nous avons à cœur de prendre notre part dans la défense de la science. Nous soutenons toutes les démarches allant dans ce sens : les luttes des chercheurs du CNRS pour protéger leur et notre outil de production de savoirs, le mouvement Stand Up for Sciences contre les attaques de Trump et de ceux qu'il représente, la participation des chercheurs au débat public malgré la difficulté de la tâche dans le contexte médiatique actuel. *Progressistes*, défendons les sciences, le débat éclairé, et surtout luttons contre ceux qui voudraient nous faire croire que le bon sens vaut bien ce que dit la science! ■

COMMANDEZ LES ANCIENS NUMÉROS DE PROGRESSISTES

CONTACTEZ-NOUS AU 01 40 40 13 41 • revue.progressistes@gmail.com

15 € les 3 numéros (+ frais de port) • 40 € les 10 numéros (+frais de port)



N° 46 HANDICAPS, ACCESSIBILITÉ ET PARTICIPATION CITOYENNE ET POLITIQUE

Le dossier de ce numéro aborde la problématique du handicap vingt ans après la loi pour l'égalité des droits et des chances des personnes handicapées. Sociologues, experts et militants font le point sur la situation en 2025 et les perspectives pour une plus grande inclusion des personnes handicapées. La rubrique « Travail » traite de la filière halieutique française ; et dans la rubrique « Science et technologie », une question : Peut-on encore réguler les réseaux sociaux ? Le portrait de Marthe Gautier est à découvrir en dernière page.



N° 42 EMPREINTE 2050 - PLAN CLIMAT POUR LA FRANCE

Les propositions du PCF relatives au défi climatique « pour de nouveaux jours heureux ». C'est par un travail d'une équipe riche de participants, auquel la revue a apporté sa contribution, qu'ont été élaborées des propositions avec un esprit d'ouverture au débat dans un contexte où l'urgence oblige à sortir des incantations et à entrer dans le concret. Comment décarboner les grands secteurs de l'économie ? avec une autre logique politique et économique, une logique dont le but est de permettre à l'ensemble de la société de reprendre la main pour assurer la nécessaire transition écologique.



N° 45 MONTAGNE, OUVRIR UNE NOUVELLE VOIE

La montagne pose les enjeux du dérèglement climatique mais aussi ceux de ses habitants. Dans ce numéro construit à partir du travail effectué lors des Assises de la montagne organisé en mai 2024 à Grenoble, sont développés les aspects sociaux et environnementaux pour imaginer l'avenir des territoires montagnards français.



N° 41 ESPACE, DÉFENSE & CYBER QUELLE SOUVERAINÉTÉ ?

Un numéro exceptionnel traitant des outils de souveraineté, des domaines régaliens, de la guerre dans l'espace, de la course technologique aux armements, de cybersécurité et de cyberdéfense, de la maîtrise des filières stratégiques – dont celle du numérique –, de la construction d'alternatives aux monopoles des grandes plates-formes, du désarmement multilatéral, de la sortie de l'OTAN... Vous trouverez aussi, un article sur l'attribution des prix Nobel scientifiques au-delà des seuls mérites personnels, ainsi qu'un texte sur le classement de Shanghai des universités...



N° 44 SCIENCES ET TECHNIQUES AU FÉMININ

Dès son septième numéro, votre revue a rendu hommage aux femmes scientifiques, en commençant par celles privées de prix Nobel. Huit ans plus tard, *Progressistes* continue de mettre en lumière celles qui ont longtemps été éclipsées par leurs homologues masculins. Vingt-quatre portraits, autant de découvertes, de réussites intellectuelles, mais aussi de combats. Brillantes, courageuses, audacieuses, nombreuses, elles sont bien présentes et dans l'histoire des sciences.



N° 40 DROITS ET POUVOIRS DANS L'ENTREPRISE

Quelles que soient les évolutions ou révolutions provoquées par l'innovation technologique, telles que ladite intelligence artificielle, c'est au niveau de l'entreprise que les conditions du débat et de la vie démocratique peuvent être imaginées pour redonner un sens constructif et épanouissant à la notion de travail. Ce numéro y consacre son dossier. Suivent en miroir trois domaines : l'énergie nucléaire, les semi-conducteurs dans l'économie mondiale et la gestion de l'eau, qui exigent la participation et le contrôle tant des travailleurs impliqués que des collectivités publiques impactées.



N° 43 INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, MENACE OU MERVEILLE

L'Intelligence Artificielle connaît depuis quelques années un engouement important avec de nouvelles capacités qui nous impressionnent mais également menace des pans entiers de notre société : travail intellectuel, fake news. Dans ce numéro, sont abordés les problèmes, les avancées, les perspectives et les usages de l'Intelligence Artificielle. Savoir si c'est une merveille ou une menace est avant tout un rapport politique à avoir sur ces avancées.



N° 39 L'AGRICULTURE PAR CEUX QUI LA FONT

L'état de l'agriculture française inquiète ses acteurs, mais aussi les citoyens qui en dépendent. Au menu, trois éclairages : à partir de témoignages des effets de la pression du marché mondialisé sur l'activité ; à partir des analyses de l'accaparement des terres par les financiers justifiant la réactivation de l'agriculture familiale et coopérative ; enfin, à partir de la transition écologique de l'agriculture s'appuyant sur des travaux scientifiques et techniques avec, entre autres, un article sur l'agriculture biologique.

Tous les numéros sont téléchargeables gratuitement sur revue-progressistes.org et sur [facebook](https://www.facebook.com/revueprogressistes) [revueprogressistes](https://www.facebook.com/revueprogressistes)



UNE HISTOIRE À PROLONGER

PAR SANDRA BRISSON ET MICHEL DONEDDU*



Au ^{xx}e siècle la France figurait parmi les champions mondiaux de l'industrie nucléaire. Dès la Libération, dans la foulée du programme du Conseil national de la Résistance, l'ordonnance du

18 octobre 1945 a créé le Commissariat à l'énergie atomique afin de poursuivre « *les recherches scientifiques et techniques en vue de l'utilisation de l'énergie atomique dans divers domaines de la science, de l'industrie et de la défense nationale* ». Le 8 avril 1946 a été promulguée la nationalisation des secteurs de l'électricité et du gaz, visant à l'indépendance énergétique, la rationalisation industrielle et la mise en place d'un service public efficace. Grâce

à ses infrastructures et dans un contexte de reconstruction et de réindustrialisation, notre pays a bâti une industrie électronucléaire de pointe, avec la construction de filières diversifiées de réacteurs et le développement de compétences humaines dans la recherche, l'ingénierie et l'exploitation.

À la série des réacteurs expérimentaux au CEA, qui a débuté par la pile Zoé de Fontenay-aux-Roses dès 1948, s'est ajoutée de 1956 à 1972 la mise en service de neuf réacteurs électrogènes de puissance croissante de la filière graphite gaz, dont l'intérêt de l'époque était de consommer directement de l'uranium naturel (sans « enrichissement ») et de produire du plutonium à usage militaire. Celle-ci a été abandonnée par le choix économique et politique, pris après de vifs débats au sein de la commission PEON (production d'électricité d'origine nucléaire), de séparer les productions de plutonium militaire et d'électricité civile afin de privilégier la réduction de son coût. Ainsi, après le premier choc pétrolier de 1973, le plan Messmer a lancé la construction de

treize réacteurs à eau légère pressurisée et d'une installation d'enrichissement de l'uranium naturel pour produire leur combustible. Cette technologie sous licence états-unienne (Westinghouse) a été rapidement francisée par l'ingénierie du CEA, de Framatome et d'EDF. En définitive, la filière française de 2^e génération a compté cinquante-six réacteurs, le dernier, à Civaux, ayant commencé à être construit en 1991 et été mis en service en 1999. La France s'est ainsi hissée au premier rang mondial quant à la part du nucléaire dans sa production d'électricité.

Si la stratégie française de déploiement du nucléaire civil a visé à la réduction de la dépendance aux combustibles fossiles, elle s'est aussi donné l'ambition de s'affranchir du besoin d'uranium terrestre. En concevant et développant une filière à neutrons rapides, elle a ouvert la perspective de fabriquer du combustible neuf avec les résidus de l'exploitation du parc nucléaire antérieur. Cette stratégie de *fermeture du cycle du combustibles*'est concrétisée par la mise en service des réacteurs Rapsodie en 1967, Phénix en 1973 et Superphénix en 1986. Ce dernier reste à ce jour le plus puissant réacteur à neutrons rapides ayant jamais fonctionné dans le monde.

Malheureusement, dès la fin du xx^e siècle des décisions politiques insensées ont obéré le développement du nucléaire français. En 1989, François Mitterrand choisit d'abandonner le développement par paliers de la filière des réacteurs à eau pressurisée pour lancer un projet de réacteur européen, reposant sur la fusion des technologies de Framatome et de Siemens. En 1997, Lionel Jospin décida la fermeture prématurée de la centrale surgénératrice Superphénix, comme gage livré aux mouvements antinucléaires. Ces décisions ont été prises dans un contexte d'idéologie dominante très différent de celui des décennies 1950-1970. La désindustrialisation n'y était pas connotée négativement, du moins en France. Grâce à la mondialisation, les pays développés allaient se spécialiser dans les services et la finance. Grâce à l'essor fulgurant du numérique, l'économie allait se « dématérialiser ». À l'instar du gourou Serge Tchuruk, P-DG et fossoyeur d'Alcatel, le capitalisme français rêvait d'entreprises sans usine : minimiser la place du travail pour maximiser les profits ! Les conséquences sont rudes : si l'existence d'un important parc nucléaire historique a contribué à maintenir un haut niveau de compétences dans l'exploitation des centrales par EDF et des installations du cycle du combustible par Orano, les capacités de renouvellement du parc ont grandement souffert, tant au niveau de l'ingénierie que de la chaîne industrielle. Les déboires du chantier de l'EPR de Flamanville en sont la manifestation. La crédibilité internationale de l'industrie nucléaire française en a beaucoup souffert.

Aujourd'hui, quelques évidences viennent changer la donne. L'action climatique se révèle une priorité et une urgence imposant le développement mondial de toutes les énergies décarbonées. Celui du nucléaire, dans un premier temps sous-estimé, s'avère de plus en plus indispensable, l'une de ses qualités étant de produire de l'énergie pilotable et de réduire au minimum les fluctuations de la production des systèmes électriques comprenant aussi une forte part d'énergies renouvelables intermittentes. Le nucléaire peut aussi répondre à des besoins de chaleur décarbonée, pour le chauffage des bâtiments comme pour l'industrie. En second lieu, la désindustrialisation de la France braque à nouveau le projecteur sur la conquête de sa souveraineté industrielle et énergétique, ce qui appelle à mettre en valeur l'atout que représentent les acquis de la filière nucléaire française et à reconstituer les capacités industrielles affaiblies. En France et en Europe, les opinions publiques manifestent un soutien croissant au déve-

Superphénix à Creys-Malville.



loppement du nucléaire, faisant reculer l'hostilité qui s'était répandue après les accidents de Tchernobyl et Fukushima. Dans ce contexte, la politique énergétique française a amorcé un virage important : il ne s'agit plus de réduire la place du nucléaire dans la production d'électricité mais de maintenir, voire hausser, sa capacité pour accroître la production d'énergie décarbonée. Pour aboutir, ce virage doit encore acquérir la légitimité démocratique d'un choix assumé par les élus de la nation.

Brocardé par certains comme « énergie du passé », le nucléaire voit ainsi son avenir grand ouvert au XXI^e siècle. Ainsi *Progressistes* lui consacre-t-il un nouveau dossier. Le nucléaire sera-t-il demain comme celui d'hier et d'aujourd'hui ? Quelle doit être sa place dans le mix énergétique national ? Quelles évolutions peut-on, doit-on attendre ? À côté des grands réacteurs électrogènes, on parle de l'avènement de petits réacteurs modulaires : Quelle place peuvent-ils prendre ? À quels usages peuvent-ils répondre ? Alors que le développement du nucléaire était réalisé uniquement au sein de grandes structures publiques, apparaissent de nombreuses start-up promettant la commercialisation de nouveaux réacteurs ; quels sont la pertinence et les risques d'un tel modèle économique ? Après la fusion des organismes décisionnels et d'expertise de la sécurité nucléaire, quels sont les enjeux et les besoins pour aujourd'hui et demain ?

Ce dossier souligne en outre l'enjeu central de la durabilité du recours à l'énergie nucléaire face à la limite des ressources terrestres en uranium. Quelle est l'urgence ? Quels sont les moyens de reprendre le flambeau des fondateurs du nucléaire qui ne voyaient son avenir de long terme que dans la filière à neutrons rapides ? Après la fermeture de la centrale Superphénix et l'abandon du projet ASTRID, le Conseil de politique nucléaire semble rouvrir le dossier. Celui de *Progressistes* est versé au débat. ■

*SANDRA BRISSON est ingénieure propulsion nucléaire.
MICHEL DONEDDU est ingénieur EDF et syndicaliste CGT.

LE NOUVEAU PROGRAMME NUCLÉAIRE, STRATÉGIE ET FINANCEMENT

La France relance sa filière nucléaire, par la prolongation du fonctionnement de son parc historique et le lancement d'un programme de nouveaux réacteurs. Quels sont ses atouts ? Quels sont les obstacles encore à lever après trois décennies de procrastination politique ? Quel coût attendre et comment le financer ?

PAR LIONEL TACCOEN*

LE RÉVEIL BRUTAL DE L'OCCIDENT

Durant plus d'une génération, l'énergie nucléaire eut mauvaise presse en Occident, mais ce désamour n'était pas universel. La société russe d'État Rosatom sut dépasser la catastrophe de Tchernobyl, retrouva un haut niveau technologique, devint exportatrice et fournit çà et là du travail à des entreprises nucléaires occidentales délaissées. La Corée du Sud et, surtout, la Chine se transformèrent en grandes puissances industrielles et lancèrent d'importants programmes nucléaires en s'inspirant des réalisations occidentales.

Le réchauffement climatique se confirmant, le GIEC souligna que le nucléaire, source d'énergie décarbonée, serait bien utile. L'Agence internationale de l'énergie fit chorus. Les États-Unis, trouvant inadmissible que leur industrie nucléaire soit dépassée par celles de la Russie et de la Chine, lancèrent en 2020 le programme « Restoring America's Competitive Nuclear Advantage », censé lui rendre la première place mondiale dans ce domaine.

En France se produisit un tête-à-tête politique remarquable. Après l'arrêt en 2020 des deux réacteurs de Fessenheim, que les autorités de sûreté considéraient pourtant comme sûrs, le président de la République annonça, en février 2022, la prolongation de « tous les réacteurs qui peu-



La centrale nucléaire de Penly sera la première à être dotée d'une paire de réacteurs EPR2.

“ Remettre en route l'industrie nucléaire française, ses milliers d'entreprises et ses quelque 200 000 employés, alors que la marche arrière avait été enclenchée, demandera du temps et de l'argent. ”

vent l'être, sans rien céder à la sûreté » ainsi que le lancement d'un programme de 6, voire 14 nouveaux réacteurs EPR2. Mais remettre en route l'industrie nucléaire française, ses milliers d'entreprises et ses quelque 200 000 employés, alors que la marche arrière avait été enclenchée, demandera du temps et de l'argent.

LE COÛT DE LA RECONSTITUTION DES COMPÉTENCES

C'est sur de telles relances que s'est penché un rapport des deux agences de l'OCDE dédiées à l'énergie : l'Agence internationale de l'énergie et l'Agence de l'énergie nucléaire¹.

Le rapport indique que cinq pays proposent des réacteurs nucléaires de troisième génération : la Russie (VVER 1000), la Chine (Hualong 1), la Corée du Sud (APR 1400), les États-Unis (AP 1000) et la France (EPR). Il distingue cependant les États-Unis et la France, pénalisés par une longue pause dans la construction de centrales, un affaiblissement industriel et un manque d'investissements, et où les coûts de construction sont bien plus élevés. En assurant au contraire une continuité industrielle, les trois autres pays ont développé une technologie aux normes de sûreté semblables à celles de l'Union européenne, tout en garantissant des coûts bien plus faibles : 2 410 €/kW pour les réacteurs coréens Shin Koro, contre 8 600 €/kW pour les AP1000 états-unis comparables ; 3 200 €/kW pour les EPR chinois, contre 8 600 €/kW pour l'EPR français de Flamanville.

“ EDF n'est pour rien dans la perte de compétences. La pause nucléaire est d'origine politique. Ce coût doit donc être pris en compte par l'État. ”

“ Le fossé entre les coûts ne peut s'expliquer uniquement par la différence des lieux de construction ou par des raisons techniques. La grande partie provient de la nécessité de reconstituer les compétences industrielles perdues. ”

Le rapport estime qu'un tel fossé entre les coûts ne peut s'expliquer uniquement par la différence des lieux de construction ou par des raisons techniques. La grande partie provient de la nécessité de reconstituer les compétences industrielles perdues. Il en conclut que deux types de coûts émergent : celui de la construction elle-même et celui lié à la reconstitution des savoir-faire. Il évalue ces deux composantes au même ordre de grandeur.

TROIS PILIERS POUR LE NOUVEAU PROGRAMME

1. La *délégation interministérielle au nouveau nucléaire* (DINN), mise en place par le gouvernement pour superviser le programme annoncé. Elle dispose d'un comité de revue qui assure le suivi des opérations en s'appuyant sur des outils d'aide au pilotage.

2. EDF, qui est confirmée comme maître d'œuvre et d'ouvrage. Il est bien rare qu'une compagnie d'électricité soit maître d'œuvre et d'ouvrage de ses centrales électriques. Pour EDF, ce fut un choix qui se concrétisa par la création de sa direction de l'équipement, remarquable outil industriel ayant assuré les réussites successives d'un grand programme hydraulique, puis du programme nucléaire dit « historique ». Entre 1985 et 1995, les réacteurs construits en France ont coûté de 2 à 4 fois moins cher qu'aux États-Unis. Mais EDF est aujourd'hui différente de l'entreprise du siècle dernier. Si les réseaux de transport (RTE) et de distribution (Enedis) ont des gestions indépendantes, le groupe intègre Framatome et Arabelle Solutions; le premier fournit l'îlot nucléaire, l'autre la salle des machines. Leur compétence les place au niveau le plus haut dans le monde.

3. Le *choix d'une technologie* : l'EPR. Le programme précédent avait été lancé par le gouvernement Messmer après un débat assez rude. Le choix

fut fait de renoncer à une technologie française dite « graphite gaz » et d'utiliser une technologie états-unienne dite « à eau pressurisée », puis de la franciser. Une nouvelle industrie nucléaire française fut mise sur pied autour d'EDF, et la réussite fut au rendez-vous. Toutefois, la transition vers l'EPR a été décidée sans qu'ait lieu un débat préalable sur la valeur de cette technologie.

UNE CRISE DES COMPÉTENCES EN INGÉNIERIE DE CHANTIER

Fin 2022, le coût des six premiers réacteurs du nouveau programme nucléaire fut évalué à 51,7 milliards d'euros, puis réévalué à 67,4 milliards fin 2023 (soit 7 150 €/kW pour les deux réacteurs de Penly, 5 500 €/kW pour les deux suivants de Gravelines et 5 000 €/kW pour les deux derniers de Bugey). La DINN estima ces coûts « ambitieux [...] en comparaison des autres projets d'EPR réalisés ou en cours ». En effet, ceux de Flamanville C et de Hinkley Point C sont très largement supérieurs. Pour la DINN, c'est la gestion des chantiers par EDF qui est en cause. Son comité de revue considère que les équipes d'ingénierie d'EDF manquent d'expérience et doute de sa capacité à assurer la fonction de pilotage des premiers chantiers. Cette perte de compétence d'ingénierie de chantier est de nature à entraîner des retards du programme et des surcoûts considérables.

Lors de son audition à la commission des affaires économiques de l'Assemblée nationale en décembre 2023, en réponse à une question du parlementaire Xavier Albertini sur le respect du calendrier du programme du nouveau nucléaire, l'alors président d'EDF, Luc Rémont, indiqua lui-même que l'entreprise se trouvait face au « plus grand défi [...] de la décennie », admit qu'elle « n'était pas prête » et annonça une refonte de l'organisation des activités de relance du programme nucléaire, en insistant

“ Lors de son audition à la commission des affaires économiques de l'Assemblée nationale en décembre 2023, le président d'EDF, Luc Rémont, indiqua que l'entreprise se trouvait face au « plus grand défi [...] de la décennie », admit qu'elle « n'était pas prête ». ”

sur la conduite des chantiers. Cette réforme fut confirmée par un communiqué d'EDF en avril 2024.

Mais en mars 2025 le communiqué de l'Élysée relatif à la réunion du Conseil de politique nucléaire resta sévère pour le groupe EDF, prié « de consolider sa maîtrise industrielle du programme » et de présenter « avant la fin de l'année un chiffrage engageant des coûts et délais ». Quelques jours plus tard, Luc Rémont fut remercié et remplacé par Bernard Fontana, patron de Framatome et d'Arabelle Solutions, les deux entreprises de réputation mondiale qui font de la technologie française pour l'îlot nucléaire et la salle des machines l'une des premières du monde. Il lui est donc assigné de récupérer les compétences en ingénierie de chantier.

QUEL SERA LE COÛT DU NOUVEAU NUCLÉAIRE FRANÇAIS ?

En février 2025, le président de la Cour des comptes a livré son estimation du coût des six premières tranches EPR2 : 100 milliards d'euros, soit 10 000 €/kW. Selon le rapport précité de l'OCDE, ce coût additionne deux composantes : celui de la reconstitution des compétences et celui de la construction des installations à compétences reconstituées. On peut se livrer à une évaluation de ce dernier par comparaison avec le coût du nucléaire dans les pays qui ont poursuivi son industrialisation.

Sur son territoire, la Corée s'apprête à construire deux réacteurs de 1 400 MW (soit une taille plus proche des EPR2 français de 1 650 MW), à un coût 5 800 €/kW. Que ce soit sur son marché domestique ou à l'étranger, l'industrie nucléaire chinoise présente des offres de construction à des coûts bien moindres, de l'ordre de 2 800 €/kW (offre au Kazakhstan, chantier domestique de Jinqimen dans la province de Zhejiang...). Certes le coût très bas du nucléaire chinois interroge : on sait que l'État soutient fortement son industrie. On peut aussi se rappeler que de très gros écarts de coût s'étaient creusés entre les nucléaires français et états-unien dans les années 1990, à technologie, puissance installée et niveau de sûreté similaires. Il se trouve que la Chine s'est inspirée de la stratégie ►

► française de l'époque. Mais surtout elle est la seule à construire des séries de réacteurs aussi longues que celles du programme français historique. Or l'effet de série a une influence majeure sur les coûts.

La série du nouveau programme nucléaire étant plus proche de la série sud-coréenne que chinoise, le coût du nucléaire français, une fois reconstituées les compétences de notre industrie, pourrait être de l'ordre du coût coréen domestique de 5 800 €/kW.

COMMENT LE FINANCER ?

Ainsi, en reprenant le dernier chiffrage de la Cour des comptes, le coût du programme des six premiers EPR2 se répartirait en 58 milliards de construction à compétences rétablies et 42 milliards de reconstitution des compétences.

La part de l'État

EDF n'est pour rien dans cette perte de compétences. La pause nucléaire est d'origine politique. Ce coût doit donc être pris en compte par l'État. La Commission européenne a déjà autorisé la République tchèque à octroyer une aide à son projet de nouveau réacteur Dukovany 4. Il serait utile de proposer que la reconstitution des compétences de l'industrie nucléaire française soit considérée

« Une politique centrée sur une prolongation bien gérée des réacteurs actuels permettrait à EDF de disposer vraisemblablement durant plus de 10 ans de 200 TWh produit à 30 € le mégawattheure, soit plusieurs milliards d'euros par an consacrés à payer la part d'EDF du nouveau programme nucléaire. »

comme une mission d'intérêt économique général (à Paris, on dit « mission de service public »). Le gouvernement français pourrait donc demander l'application de l'article 106, alinéa 2, du traité sur le fonctionnement de l'Union européenne afin de restreindre l'application des règles de concurrence.

La part d'EDF

Un financement inattendu peut provenir de la prolongation du fonctionnement du parc existant bien au-delà des 40 ans qui étaient attendus lors de sa construction. Aux États-Unis, 90 % des réacteurs ont obtenu de l'autorité de sûreté de ce pays une prolongation de 20 ans et de plus en plus d'entre eux disposent d'une autorisation jusqu'à 80 ans, moyennant des travaux supplémentaires. Or les réacteurs français sont de la même technologie, à eau pressurisée. Les investissements à consentir pour prolonger leur fonctionnement à

60 ans et plus peuvent assurer un coût de l'électricité de 40 €/MWh selon l'ADEME et RTE, voire 30 €/MWh si on les utilise en base et non en mode flexible compensant les fluctuations éolienne et solaire. Ainsi, une politique centrée sur une prolongation bien gérée des réacteurs actuels permettrait à EDF de disposer vraisemblablement durant plus de 10 ans de 200 TWh produits à 30 € le mégawattheure, soit plusieurs milliards d'euros par an consacrés à payer la part d'EDF du nouveau programme nucléaire.

*LIONEL TACCOEN est ingénieur, représentant d'EDF auprès des institutions européennes (1987-2000).

1. OCDE, Projected costs of generating electricity 2020 (« Estimation des coûts de la production nucléaire 2020 »).



POUR APPROFONDIR

On consultera avec profit, pour suivre l'actualité, la lettre « Géopolitique de l'électricité » (<https://www.geopolitique-electricite.fr/>), dont Lionel Taccoen est le fondateur. Par ailleurs, il a publié *Le pari nucléaire français. Histoire politique des décisions cruciales* (L'Harmattan).

LES PETITS RÉACTEURS MODULAIRES, UNE NOUVELLE MANIÈRE DE DÉVELOPPER LE NUCLÉAIRE ?

On entend souvent parler des projets de petits réacteurs qui fleurissent dans le monde et en France. Certains y voient une nouvelle façon de faire du nucléaire, où la fabrication en série de petites unités serait une alternative aux actuels réacteurs de grande puissance. Pour d'autres, ils seraient les objets permettant à un foisonnement de start-up de faire émerger de nouvelles technologies de réacteurs, dites « de 4^e génération ». Voici quelques éléments pour essayer d'y voir plus clair.

PAR MICHEL DONEDDU*

L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) recense environ 70 projets de SMR (abréviation de l'anglais *small modular reactors*, qui tend à s'imposer) menés dans 18 pays, à commencer par les États-Unis. Or seuls 3 réacteurs

de ce type sont en fonctionnement : 2 en Russie, 1 en Chine. En France, lors d'un point de presse en février 2025, l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASN) a présenté l'état d'avancement de 10 projets de PRM (petit réacteur modulaire) menés sur le territoire national. On mesure l'intérêt de ce

sujet au nombre de rapports ou d'articles produits par la Société française d'énergie nucléaire (SFEN), l'Académie des sciences, l'Académie des technologies ainsi qu'à l'espace que lui réservent les médias.

Quant au tableau français des PRM, sur les dix projets un seul est porté par les acteurs nationaux de l'industrie

nucléaire : le projet Nuward d'EDF (initialement avec TechnicAtome). Les autres sont portés par des start-up, dont certaines officiellement « essaimées » par le CEA. Elles ont fait l'objet de financements publics dans le cadre des plans France Relance et France 2030, et s'emploient également à lever des fonds d'investisseurs privés. L'enthousiasme sur l'avenir des PRM qui en a souvent résulté a été quelque peu tempéré par un rapport du haut-commissaire à l'énergie atomique, Vincent Berger, rendu au Premier ministre. Selon lui, « les lauréats de France 2030 ont misé sur des technologies avec des niveaux de maturité technologique et industrielle très divers. Chacun est conscient de ses forces et de ses faiblesses » (propos tenus dans un entretien à la SFEN le 2 décembre 2024).

Que penser alors de l'avenir des PRM, de la place qu'ils pourront prendre dans le nucléaire du XXI^e siècle ? Il convient de livrer des éléments sur ce qu'ils sont vraiment, les usages auxquels ils peuvent répondre ou non, les technologies qu'ils emploient ou développent et leur maturité, les modèles économiques sur lesquels ils s'appuient et leur pertinence.

DANS QUELLE GAMME SE SITUENT LES PRM ?

Le qualificatif *petit* signifie bien évidemment qu'il ne s'agit pas de réacteurs de grande puissance tels que ceux existant dans notre parc nucléaire. Ces derniers alimentent des turboalternateurs développant une puissance comprise entre 900 et, comme le dernier EPR de Flamanville, 1 600 MW. En raison du rendement de conversion de l'énergie de fission qu'ils produisent en énergie électrique, leur puissance thermique est environ 3 fois supérieure, soit plusieurs milliers de mégawatts. La puissance thermique des PRM est, quant à elle, limitée à quelques centaines de mégawatts, certains même n'en développent que quelques dizaines (on parle alors parfois de « microréacteurs »).

S'il ne s'agissait que d'une affaire de dimensions, il n'y aurait rien de bien nouveau : le CEA et tous les organismes de recherche atomique du monde utilisent depuis longtemps de petits réacteurs de recherche, et même des microréacteurs qu'on appelait « piles



Petit réacteur nucléaire modulaire, ou SMR.

atomiques ». Les nouveautés résident dans les usages auxquels ils sont destinés, les modes de fabrication industrielle et les technologies adoptées, qui s'étendent des plus classiques aux plus innovantes.

PRODUIRE DE L'ÉLECTRICITÉ OU DE LA CHALEUR ?

Dans un certain nombre de projets, les PRM sont avant tout destinés à remplacer les centrales à charbon, et ce en vue de la décarbonation de la production d'électricité. Il s'agit alors plutôt de « gros » PRM, à l'instar du Nuward – en cours de développement par EDF –, dimensionné pour produire 400 MW électriques, avec donc un cœur nucléaire d'environ 1 200 MW thermiques. Dans sa dernière version, Nuward est en quelque sorte un mini-EPR. D'autres PRM sont destinés à alimenter une production d'électricité dans des zones reculées, et leur puissance peut se limiter à quelques dizaines de mégawatts. C'est le cas des deux PRM russes, dont la technologie est dérivée de la propulsion des sous-marins nucléaires et qui sont installés sur barge flottante en mer sibérienne. La fourniture de chaleur décarbonée est un objectif affiché dans de nombreux projets. Ainsi, le PRM Calogena, porté par le groupe Gorgé de services à l'industrie nucléaire, vise à la décarbonation des réseaux de chaleur

urbains ; il adopte la technologie éprouvée des réacteurs de recherche de type piscine pour fournir de l'eau chaude ou de la vapeur à une température de l'ordre de 100 °C : une innovation d'usage dans une continuité technologique. Nuward propose lui aussi de la fourniture de chaleur, mais en cogénération avec la production d'électricité : la température de fonctionnement du réacteur à eau pressurisée étant de l'ordre de 300 °C, ce PRM pourrait en effet répondre à nombre de besoins de chaleur industrielle.

Hexana et Otrera sont des projets français de petits réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium, s'appuyant sur les études du projet abandonné ASTRID et dimensionnés pour répondre à des besoins de chaleur industrielle de température de l'ordre de 500 °C (température du sodium fondu dans le cœur). Deux autres projets de PRM français, Jimmy et Blue Capsule, entendent développer des petits réacteurs nucléaires dits « à haute température » – le premier refroidi à l'hélium, le second au sodium – pour fournir de la chaleur industrielle jusqu'à 700 °C. Il convient de noter que la fourniture de chaleur nucléaire peut aussi répondre aux besoins de la production d'hydrogène par électrolyse à haute température, sensiblement moins gourmande en électricité que l'électrolyse classique (elle est développée en France par le CEA et se trouve en début d'industrialisation par Genvia).

L'INTÉRÊT ÉCONOMIQUE DES PRM

Les porteurs de projet de PRM s'appuient en général sur un modèle industriel semblable fondé sur la ►

« L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) recense environ 70 projets de SMR (abréviation de l'anglais *small modular reactors*) menés dans 18 pays, à commencer par les États-Unis. »

► simplification de la conception et la standardisation des composants, l'une et l'autre visant à la production en série. Alors que les composants des grands réacteurs électrogènes sont assemblés sur site, les PRM seront des modules assemblés en usine et transportés ensuite, ce que permettra leur petite taille.

Autre intérêt souvent avancé : la petite taille permet d'assurer une *sûreté passive*, bénéficiant par exemple des mouvements de convection naturelle du fluide emplissant le réacteur pour poursuivre l'évacuation de l'énergie émise par le combustible nucléaire en situation d'accident. La sûreté passive permet de faire l'économie de dispositifs de sûreté active : pompes, tuyauteries et automatismes de circuits de refroidissement de secours...

Les promoteurs de PRM comptent sur ces facteurs pour atteindre le stade de la compétitivité économique. Ils doivent en effet compenser l'effet défavorable de la petite taille par une limitation des coûts de fabrication. En matière de production d'électricité à grande échelle, il est loin d'être sûr que l'effet de série soit suffisant. Historiquement, la production d'électricité par les centrales à charbon s'est développée non pas en multipliant les unités de 25 MW, qui étaient la norme à la veille de la Seconde Guerre mondiale, mais en augmentant par paliers successifs la puissance des unités de production, de 50 à 125 puis à 250 et, enfin, à 600 MW. Il serait donc fort improbable qu'un parc de très nombreux PRM fabriqués en série puisse être plus économique qu'un parc de grands réacteurs, sauf peut-être si un jour une ou quelques multinationales venaient à monopoliser la fabrication mondiale de PRM en très grande série. Mais une telle monopolisation serait-elle un atout pour les usagers de l'électricité et la souveraineté énergétique du pays ?

L'enjeu du coût de fabrication des PRM se pose différemment pour les autres usages que la production d'électricité déjà décarbonée. La fourniture de chaleur par les PRM n'a pas à entrer en concurrence avec les chaudières à combustible fossile (à tout le moins les politiques d'action climatique devraient l'empêcher), mais plutôt avec les autres sources décarbonées, telles que la biomasse, l'hydrogène

produit par électrolyse ou l'électrification directe des procédés. Vu d'aujourd'hui, le jeu paraît ouvert, devant être analysé au cas par cas.

LES PRM, POUR DEMAIN SÛREMENT OU APRÈS-DEMAIN PEUT-ÊTRE ?

Si l'on écoutait les porteurs de projets, la France de 2030 serait couverte de PRM – et sans doute aussi les États-Unis et bien d'autres pays. Évidemment, s'agissant de start-up à la recherche de financements, il leur faut attirer des investisseurs privés, lesquels sont souvent plus amateurs de retour rapide sur investissement que de technologie. La start-up, c'est la petite entreprise génétiquement modifiée pour attirer l'investisseur. Si le gouvernement a commandé un rapport au haut-commissaire à l'énergie atomique sur le degré de maturité des divers projets, c'est sans doute qu'il s'est demandé s'il pouvait être confronté à quelques surprises. Il a néanmoins classé « confidentiel » ce rapport (l'auteur de l'article recommande vivement la lecture du billet d'humeur d'Yves Bréchet, ancien haut-commissaire à l'énergie atomique, paru au n° 45 de *Progressistes*, disponible en ligne sur le site de la revue). Cela limite, mais n'empêche pas, la réflexion qu'on peut avoir sur le sujet.

Le degré de maturité d'un projet PRM, soit l'estimation de la rapidité de sa faisabilité industrielle, doit s'apprécier au regard non seulement de la technologie du réacteur, mais aussi du combustible utilisé. Ainsi Nuward et Calogena sont des réacteurs dessinés à partir de technologies éprouvées qui utilisent le même combustible que le parc nucléaire actuel, composé d'uranium faiblement enrichi produit par Orano, dont la fabrication peut être assurée par Framatome et le recyclage par Orano. Les incertitudes sur ces projets ne relèvent donc *a priori* que de l'ingénierie, des débouchés commerciaux, de l'acceptabilité de l'installation sur site – ce qui n'est toutefois pas négligeable.

“ La fourniture de chaleur décarbonée (industrielle et urbaine) est un objectif affiché dans de nombreux projets. ”

Les projets Hexana et Otrera de réacteurs rapides refroidis au sodium s'appuient sur les connaissances acquises par le CEA dans l'exploitation des réacteurs Phénix et Superphénix, qui ont fonctionné, et dans les études menées sur le projet ASTRID, dont les connaissances ont été capitalisées. Ces expériences et connaissances concernent aussi bien le réacteur que le combustible (baptisé MOx-RNR). Cela étant, après l'abandon de Superphénix par le Premier ministre Lionel Jospin puis du projet ASTRID par décision arbitraire du président Macron, l'industrialisation des procédés de fabrication des composants du réacteur comme du combustible est à rebâtir, ce qui éloigne sans doute l'horizon de mise en service de tels PRM au-delà de 2030.

“ La sûreté passive permet de faire l'économie de dispositifs de sûreté active : pompes, tuyauteries et automatismes de circuits de refroidissement de secours... ”

Les autres projets reposent sur des technologies de réacteurs et/ou de combustible qui n'ont pas encore fait leurs preuves d'un point de vue industriel : réacteurs à haute température, refroidis au plomb fondu, à sels fondus... Souvent nommés AMR (*advanced modular reactor*), leur mise au point nécessite encore des actions de recherche et développement et d'expérimentation en laboratoire, exigeant des équipements dont les start-up n'ont vraisemblablement pas les moyens de se doter, ce qui doit les conduire à s'associer à des laboratoires existant au CEA, au CNRS... Pour les projets reposant sur des technologies très avancées, tels que les réacteurs à sels fondus, on peut se demander si la start-up constitue un cadre de développement adapté.

LE RISQUE DE PRIVATISATION DU NUCLÉAIRE

On peut distinguer plusieurs phases dans le déploiement des PRM : la recherche-développement, l'ingénierie, la fabrication industrielle, l'exploitation sur site. Typiquement, les start-up s'occupent de l'ingénierie en bénéficiant des connaissances acquises par des grands laboratoires de

recherche, le plus souvent publics. Tant que les rapports entre les deux entités sont de qualité, le modèle peut fonctionner. Quand arrive le stade de l'industrialisation, s'agissant de réacteurs et de combustible nucléaires que seule la grande industrie est en mesure de maîtriser, on peut se demander comment une PME pourrait efficacement devenir donneuse d'ordre. Le modèle de la start-up veut plutôt qu'elle soit rachetée par plus grand qu'elle. Mais quel sera ce plus grand ? EDF ou TotalEnergies ? La question n'est pas dénuée de sens, et suscite des inquiétudes dès que l'on imagine le stade de l'exploitation. Les PRM ont beau se caractériser par la simplification des dispositifs de sûreté, sa garantie et le respect des normes définies par l'autorité indépendante qui en a la mission resteront des impératifs incontournables. Seront-ils compatibles avec la mission première d'une entreprise privée, à savoir la rémunération des actionnaires ?

“ Les nouveautés résident dans les usages auxquels ils sont destinés, les modes de fabrication industrielle et les technologies adoptées, qui s'étendent des plus classiques aux plus innovantes. ”

Prenons l'exemple récent de la découverte par l'exploitant de corrosions sur des tuyauteries de circuits de sécurité de certaines centrales nucléaires en France. EDF s'est alors conformée au principe de précaution le plus douloureux, financièrement parlant : l'arrêt d'une dizaine de réacteurs pour réparation immédiate, ce qui a réduit la production nucléaire d'un tiers durant un an. Aurait-elle agi de même si sa gouvernance avait été aux mains de fonds d'investissement ou de pensions, anglo-saxons ou autres ?

Avancer ce questionnement n'est pas culpabiliser les ingénieurs, techniciens et administratifs qui s'investissent

dans ces start-up porteuses de projets ambitieux, techniquement passionnants, socialement et écologiquement utiles. Au contraire, c'est chercher à éviter que leur engagement et leur travail ne soient un jour mis au rebut ou détournés de leur ambition première. Pensons à ces chercheurs de la *high-tech* engagés il y a quelques années dans des petites start-up de la Silicon Valley et poursuivant le rêve de mettre le numérique au service de l'émancipation humaine : elles ont été phagocytées par les GAFAM, ces géants du capitalisme mondial avides d'accumulation et de profit, et qui, Elon Musk en tête, entendent imposer au monde leur idéologie libertarienne d'extrême droite. Mieux vaut prévenir que guérir. ■

*MICHEL DONEDDU est ingénieur EDF et syndicaliste CGT.

LES PROJETS DE PRM EN FRANCE

PROJET	PORTEUR	TECHNOLOGIE			USAGE
		Réacteur	Combustible	Puissance (MWth)	
Nuward	EDF	Eau légère pressurisée	Standard	2 × 540	Remplacement centrales à charbon, chaleur industrielle
Calogena	Groupe Gorgé	Eau légère piscine		30	Réseau chauffage urbain
Hexana	Start-up CEA	Neutrons rapides - sodium	MOx-RNR	2 × 400	Chaleur industrielle + électricité de pointe
Otrera	Start-up CEA			300	
Jimmy	Start-up	RNR - haute température	Triso	20	Chaleur industrielle très haute température (700 °C)
Blue Capsule				150	
Newcleo	Start-up	RNR - plomb	MOx-RNR	80 à 450	
Naarea		RNR - sel fondu	Chlorure uranium-plutonium	80 à 450	
Thorizon				250	
Stellaria				250	

Source : ASNR, données communiquées lors de son point de presse de février 2025.

- Technologies du réacteur et du combustible maîtrisées en France.
- Technologies de réacteur et de combustible ayant été maîtrisées en France, mais mises en sommeil.
- Technologies de réacteur et de combustible ayant été maîtrisées à l'étranger, mais non en France.
- Technologie du réacteur non mure, du combustible ayant été maîtrisée et mise en sommeil.
- Technologie du réacteur et du combustible non matures.

FACE AU DÉFI CLIMATIQUE, LE NUCLÉAIRE DURABLE EST INCONTOURNABLE

Qu'est-ce que le nucléaire durable ? Alors que pour lutter contre le réchauffement climatique nous devons abandonner définitivement les énergies fossiles, qui représentent encore plus de 80 % de la consommation mondiale d'énergie, en quoi le nucléaire durable est-il irremplaçable ?

PAR CLAIRE KERBOUL*

En 2022, le discours de Belfort d'Emmanuel Macron actait, « en même temps », le retour en grâce du nucléaire, *via* l'annonce de la construction de six EPR et de quelques SMR, et une accélération du rythme d'installations éoliennes et photovoltaïques. Trois ans plus tard, le projet de programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE3) confirme la marche forcée vers des parcs d'énergies renouvelables intermittentes et reste muet sur les enjeux d'évolution du parc nucléaire. Or le parc nucléaire, avec l'hydroélectricité, est notre atout maître depuis des décennies pour assurer à la France une électricité décarbonée à plus de 92 %. La question de l'évolution de ce parc vers le nucléaire durable est centrale.

Il est donc grand temps de clarifier une nouvelle fois le concept de *nucléaire durable*, de dire ce qu'il est et ce qu'il n'est pas, et d'identifier les priorités les plus urgentes.

ÉTAT DES LIEUX

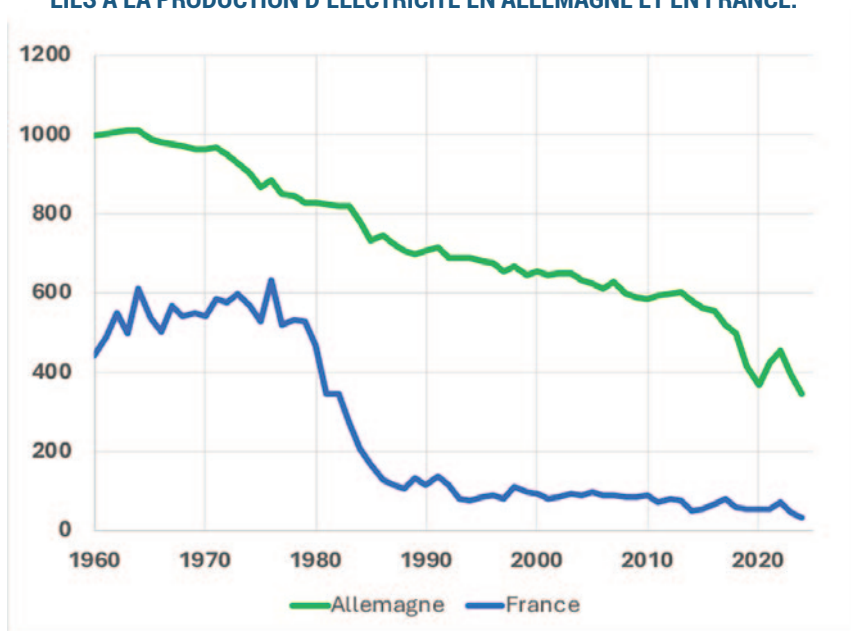
Disons d'emblée que, dans le contexte du dérèglement climatique, l'électronucléaire n'est pas une option parmi d'autres.

L'expérience allemande nous montre l'évolution des taux moyens d'émissions de gaz carbonique sur trente années de montée en puissance du plus grand parc européen

éolien (70 GW) et solaire (82 GW)¹. Ce taux moyen reste 8 fois plus élevé en Allemagne qu'en France (*voir graphique ci-dessous*). En effet, ces énergies, soumises aux aléas du soleil et du vent, ont un facteur

accélère leur vieillissement et dégrade probablement leur sûreté d'ensemble, comme le note l'inspecteur général pour la sûreté nucléaire et la radioprotection dans son rapport de 2024 (p. 13).

COMPARAISON DES TAUX MOYENS D'ÉMISSIONS DE CO₂ LIÉS À LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ EN ALLEMAGNE ET EN FRANCE.



de charge – un rapport de la puissance effective de fonctionnement à la puissance théorique installée – moyen très faible : 26 % pour l'éolien, 13 % pour le solaire. Pour assurer le fonctionnement du système électrique, elles doivent donc être adossées à des parcs thermiques de charbon et de gaz, ce qui obère leur intérêt pour le climat. Quand elles sont, comme dans notre pays, associées à un parc nucléaire, elles n'ont aucune utilité pour le climat puisque le nucléaire est déjà décarboné ; en revanche, le *stop and go* qu'elles imposent aux réacteurs

Pour freiner la dérive climatique, un développement inexorable des énergies renouvelables intermittentes est une impasse, car elles maintiennent l'asservissement aux énergies fossiles.

De fait, les seules alternatives pilotables aux fossiles sont l'hydroélectricité et l'électronucléaire. Cependant, être décarboné ne suffit pas : à la fois pour des raisons éthiques et pour des raisons de disponibilité de la ressource, il est impératif de réorienter le nucléaire vers le nucléaire durable, ce qui nécessite des réacteurs à neutrons rapides.

« Le parc nucléaire, avec l'hydroélectricité, est notre atout maître depuis des décennies pour assurer à la France une électricité décarbonée à plus de 92 %. »

ÉTHIQUE ET NÉCESSITÉ DU NUCLÉAIRE DURABLE

La durabilité a été définie en 1987 dans le rapport rédigé par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU, présidée par la Norvégienne Gro Harlem Brundtland – rapport intitulé Notre avenir à tous – à travers trois objectifs prioritaires et visés simultanément : économiser les ressources naturelles ; réduire au minimum les déchets produits ; développer des solutions socialement et économiquement acceptables.

En France et dans le monde, la fission nucléaire repose sur la fission de l'uranium 235 (U^{235}), seul noyau fissile² disponible à la surface de la Terre, mais présent à seulement 0,7 % dans le minerai d'uranium. Les REP (réacteur à eau pressurisée) ou leur version modernisée, l'EPR, sont des réacteurs à neutrons lents³ conçus pour optimiser la fission de l' U^{235} . Cette technologie laisse de côté plus de 99 % du minerai constitué d'uranium 238 (U^{238}), qui n'est pas fissile. Par ailleurs, dans un REP le processus de capture neutronique domine celui de fission, ce qui conduit à la production de déchets que sont les transuraniens – des noyaux plus lourds que l'uranium produits par capture neutronique – que les neutrons lents ne fissionnent pas. Le nucléaire actuel n'est donc pas durable au regard de l'économie de la ressource et, dans une moindre mesure, de la production de déchets.

“ Les énergies soumises aux aléas du soleil et du vent ont un facteur de charge moyen très faible : 26 % pour l'éolien, 13 % pour le solaire. Pour assurer le fonctionnement du système électrique, elles doivent donc être adossées à des parcs thermiques de charbon et de gaz, ce qui obère leur intérêt pour le climat. ”

L' U^{238} résiste à la fission en raison de son nombre pair de nucléons – protons et neutrons composant le noyau – qui lui assure une cohésion très forte. Pour fissionner un tel noyau, il est nécessaire de disposer de neutrons rapides⁴. Le réacteur à neutrons rapides (RNR) est donc l'outil incontournable du nucléaire durable.

“ En maîtrisant des compétences rares de retraitement du combustible, la France est en mesure de valoriser le plutonium nécessaire au démarrage de plusieurs RNR surgénérateurs. ”

LE CHOC D'URANIUM À VENIR

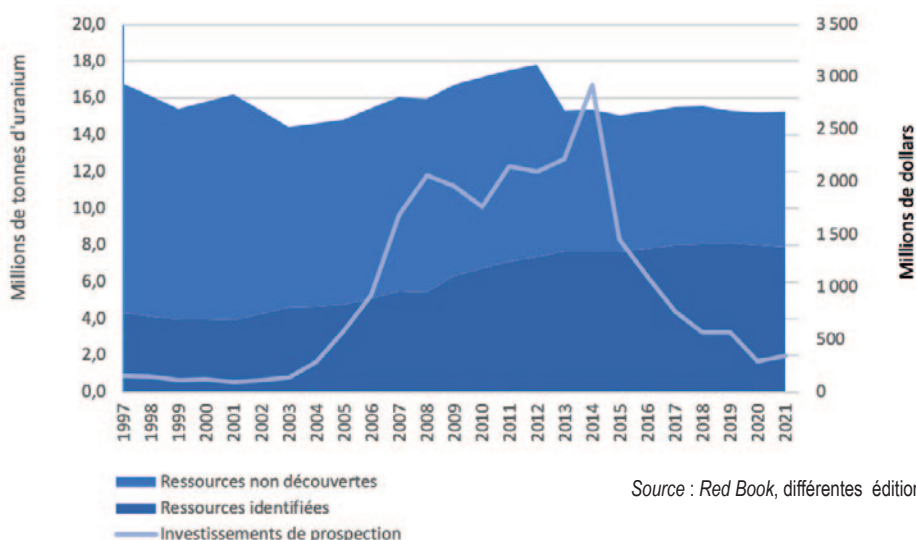
Une crise de l'uranium à venir s'inscrit dans une réalité géologique, indépendamment des questions de prix comme on le lit trop souvent. L'existence de gisements d'uranium est caractérisée par la présence d'éléments radioactifs en quantité significative. Cette radioactivité, qui impose des contraintes d'exploitation, est fort utile pour la prospection et l'évaluation des teneurs en uranium des minerais. Il en découle une certaine robustesse des données de prospec-

– les ressources *non conventionnelles* pouvant d'exister dans certaines roches à très basses teneurs en uranium (phosphates, schistes, charbons, granites).

En 2022, le *Red Book* estime les ressources identifiées à environ 7,9 Mt. La somme des ressources identifiées et des ressources non découvertes reste quasi constante autour de la valeur de 16 Mt (± 2 Mt), en dépit d'investissements massifs d'exploration et de développement de mines entre 2006 et 2015⁵ (voir graphique ci-après). Les ressources non conventionnelles seraient comprises entre 39 et 57 Mt.

De fait, la croissance de l'exploration et de l'exploitation a principalement conduit à un glissement de typologie

ÉVOLUTION DES RESSOURCES MONDIALES D'URANIUM DE 1997 À 2021



Source : Red Book, différentes éditions.

tion accumulées depuis des décennies dans le monde entier.

Le *Red Book*, publication de référence internationale pour tout ce qui est données concernant l'uranium, publié conjointement depuis 1965 par l'AIEA et l'AEN-OCDE, a établi une typologie des ressources qui reflète le degré de récupérabilité de l'uranium. On distingue :

- les ressources *identifiées* comprenant les ressources assurées d'extraction et des ressources inférées, nécessitant des investigations supplémentaires ;
- les ressources *non découvertes* qui sont présumées par le raisonnement géologique, mais nécessiteraient des explorations de grande ampleur pour en confirmer l'existence et la teneur potentielle ;

depuis des ressources non découvertes vers des ressources identifiées, sans découverte de nouveaux gisements. Les ordres de grandeur de la disponibilité de l'uranium à la surface de la Terre sont donc les suivants : de 6 à 8 Mt d'uranium identifié et probablement 7 à 10 Mt d'uranium non découvert, dont la possibilité d'exploitation reste incertaine, soit un plafond total d'environ 15 à 16 Mt. Sachant qu'un REP de 1 GWe fissionne annuellement 1 t de noyaux d' U^{235} , la puissance électronucléaire mondiale de 400 GWe correspond à la consommation annuelle d'environ 60 000 t d'uranium naturel. En 2023, l'AIEA dénombrait une soixantaine de réacteurs en construction et plus de 400 réacteurs à l'étude, soit une crois-

“ Lors de la COP 28, une vingtaine de pays, dont la France, se sont engagés à tripler la puissance mondiale dans cette même période. Avec une telle croissance, la limite du plafond des ressources identifiées d'uranium sera atteinte vers le milieu du siècle. ”

► sance de puissance nucléaire de 50 % d'ici à 2050. De plus, lors de la COP 28, une vingtaine de pays, dont la France, se sont engagés à tripler la puissance mondiale dans cette même période. Avec une telle croissance, n'incluant ni la Chine ni la Russie ni l'Inde, la limite du plafond des ressources identifiées d'uranium sera atteinte vers le milieu du siècle (*graphique ci-dessous*). Comment imaginer alors investir dans des EPR dont la durée de vie est d'au moins 60 à 80 ans ? Sans disposer du potentiel des RNR, capables d'exploiter la totalité de la matière fissile, le nucléaire à base de REP ou d'EPR s'arrêtera dans la seconde moitié du siècle, car la ressource en U^{235} sera épuisée. Alors tout démarrage de réaction en chaîne sur Terre deviendra impossible. Aucune filière industrielle ne peut se dispenser d'une analyse portant sur la ressource. Or en France cette réflexion n'existe pas : pour justifier l'arrêt des recherches sur les RNR de 4^e génération, elle a été balayée d'un revers de main par les dirigeants de

la filière lors de récentes auditions parlementaires.

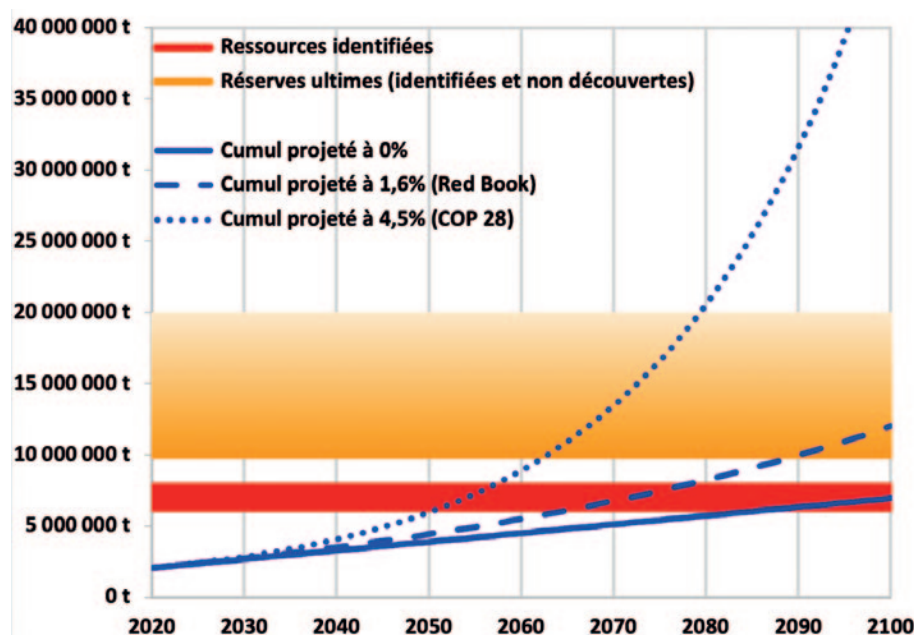
Une telle désinvolture est inacceptable alors que notre pays dispose sur son sol de plusieurs centaines de milliers de tonnes d'uranium naturel (appauvri), soit pratiquement de l' U^{238} à l'état pur, héritées de son histoire nucléaire, lui assurant des millénaires de production d'électricité à condition de disposer de RNR de puissance. Grâce à ces ressources stratégiques, que seule la France détient en Europe, notre pays s'affranchirait des risques géopolitiques grandissants d'approvisionnement extérieur. Par ailleurs, maîtrisant des compétences rares de retraitement du combustible, la France est en mesure de valoriser le plutonium nécessaire au démarrage de plusieurs RNR surgénérateurs ! Ajoutons qu'un réacteur surgénérateur est capable de produire plus de matière fissile qu'il n'en consomme, c'est le cas du RNR si l'isotope fissile dans le combustible est le plutonium 239 (Pu^{239}). Contrairement à ce qu'on lit ou entend trop souvent, utiliser l' U^{238} disponible sur le territoire français n'est pas utiliser les « déchets du nucléaire ». Les transuraniens et les produits de fission sont les déchets du parc de REP actuel. L'uranium naturel – appauvri pour réaliser le combustible des REP à base d'uranium enrichi – a été laissé à l'abandon car inutilisable dans un REP.

La vraie technologie de la fission est le RNR comme les physiciens l'ont démontré dès les années 1950, car il permet de fissionner tous les isotopes de l'uranium naturel. Dit autrement, le RNR n'est pas un « brûleur de déchets » mais, au contraire, le réacteur de fission optimisé de l'uranium naturel. D'où son intérêt irremplaçable pour le nucléaire durable, multipliant par 140 (soit 99,3/0,7) la matière fissile disponible.

POUR FAIRE FACE AUX CRISES ÉNERGÉTIQUE ET CLIMATIQUE

Du fait de son histoire, la France dispose de plusieurs centaines de milliers de tonnes d'uranium appauvri et de plusieurs centaines de tonnes de plutonium en partie confiné dans le combustible usé. Sur la base de son actuel stock de matières, si le pays mettait en œuvre un parc de RNR, il disposerait d'une autonomie énergétique de plusieurs millénaires, lui permettant et de lutter contre le réchauffement climatique et de disposer de l'énergie considérable qui

ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION D'URANIUM DE 2020 À 2100 EN FONCTION DE TROIS SCÉNARIOS



LE GOUVERNEMENT VA-T-IL REMETTRE EN SELLE LE NUCLÉAIRE DURABLE ?

Le Conseil de politique nucléaire (CPN) réuni le 17 mars 2025 « a confirmé les orientations permettant d'atteindre la fermeture du cycle du combustible nucléaire dans la deuxième moitié du siècle et relancé un programme de travail en ce sens ». Il a estimé que « des développements technologiques importants sont nécessaires pour fabriquer les combustibles à partir de plutonium et d'uranium appauvri, la maîtrise des réacteurs à neutrons rapides ainsi que le retraitement des combustibles ». Il a demandé « que les industriels (EDF, Framatome, Orano), le CEA et l'ensemble des acteurs mobilisés sur les neutrons rapides, remettent à l'État un programme de travail et une proposition d'organisation industrielle pour la fin de l'année 2025, qui sera examinée lors d'un prochain CPN ». Dans la période qui s'ouvre, il est d'autant plus opportun de nourrir le débat public sur la nécessité de la relance de la filière française du nucléaire durable.

sera nécessaire à l'adaptation à des crises successives.

De plus, les RNR comportent intrinsèquement des avantages directement liés à l'efficacité du processus de fission sous flux de neutrons rapides, à savoir :

1. Dans un RNR refroidi au sodium, la vapeur est produite à haute température, donnant à la production d'électricité un rendement thermodynamique de 43 %, à comparer aux 33 % pour un REP⁶.

2. Quand les neutrons sont très énergétiques, la fission libère au moins 3 neutrons, à comparer aux 2,4 neutrons produits en moyenne lors d'une fission par neutrons lents. En conséquence, dans un RNR, il se produit davantage de noyaux fissiles nouveaux – par transmutation de noyaux fertiles⁷ – qu'il ne s'en détruit par fission ou capture. Cette spécificité est appelée « surgénération », car elle augmente le stock de matière fissile au fur et à mesure du fonctionnement du réacteur. C'est un atout considérable pour disposer d'énergie décarbonée à hauteur des besoins mondiaux.

“ La vraie technologie de la fission est le RNR, car il permet de fissionner tous les isotopes de l'uranium naturel. Dit autrement, le RNR n'est pas un « brûleur de déchets » mais, au contraire, le réacteur de fission optimisé de l'uranium naturel. ”

3. Le RNR favorise la fission au détriment de la capture, ce qui minimise les déchets produits que l'on retrouve fatalement à l'aval des REP. Les déchets du RNR se réduisent aux produits de fission dont les périodes radioactives sont d'une trentaine d'années en moyenne, ce qui réduit la durée du confinement dans un stockage à quelques siècles seulement. De plus, en raison du rendement thermodynamique supérieur à celui des REP, ces déchets ultimes par quantité d'énergie produite sont réduits de 25 %⁸.

LA FAISABILITÉ D'UNE FILIÈRE RNR ACQUISE DÈS LES ANNÉES 1950

Le premier prototype expérimental de la fission électrogène fut un RNR dénommé EBRI (Experimental Bree-

RÉACTEURS À NEUTRONS RAPIDES DANS LE MONDE

NOM	LOCALISATION	PUISSANCE	EN SERVICE
Fermi 1	États-Unis (Detroit)	61 MWe	1966 à 1972
Phénix	France (Marcoule)	250 MWe	1973 à 2010
Superphénix	France (Creys-Malville)	1 200 MWe	1986 à 1997
DFR	Royaume-Uni (Dounray)	11 MWe	1962 à 1977
PFR	Royaume-Uni (Dounray)	234 MWe	1975 à 1994
KNK	Allemagne (Karlsruhe)	17 MWe	1978 à 1991
BN 350	Kazakhstan (Aktau)	52 MWe	1973 à 1999
BN 600	Russie (Beloïarsk)	600 MWe	1980 -
BN 800	Russie (Beloïarsk)	880 MWe	1984 -
Monju	Japon (Tsuruga)	256 MWe	1994 à 2016
CEFR	Chine (sud de Beijing)	20 MWe	2011 -
PFBR	Inde (Kalpakkam)	500 MWe	2024 -

der Reactor n° 1), construit en 1950 dans l'Idaho, aux États-Unis, démarré avec de l'uranium très enrichi (67 %) puis chargé en plutonium pour démontrer la surgénération (1953). La quasi-totalité des RNR développés dans le monde fonctionnent avec du sodium liquide comme caloporteur (RNR-Na) en raison de ses très bonnes performances, notamment en matière de transfert de chaleur et de densité de puissance. L'expérience mondiale de fonctionnement est d'environ 220 réacteurs-an sans révéler de défauts majeurs (*tableau ci-dessus*). Après Rapsodie (40 MWth) en 1967, la France met en service Phénix (250 MWe) en 1973, couplé au réseau durant plus de trente-cinq années, puis Superphénix en 1986, premier prototype industriel de grande puissance (1 200 MWe) au monde. Mais Superphénix est arrêté par décision politique en 1997, comme monnaie d'échange dans un accord électoraliste du PS-écologistes. Cet arrêt met fin à la cohérence de l'électronucléaire français qui visait l'indépendance

énergétique de la France grâce à ses ressources stratégiques disponibles sur son territoire. En 2010, la France relance sa filière rapide avec le projet de recherche ASTRID (Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration) visant à mettre au point un RNR-Na de 4^e génération de 600 MWe. Malheureusement, à l'instar de Superphénix, ASTRID est arrêté brutalement en 2018 pour des raisons politiques, en dépit des évaluations positives et sans saisine des instances concernées (Parlement et Comité de l'énergie atomique). Force est de constater l'incompréhensible : après les succès indiscutables de sa filière à neutrons rapides (Rapsodie, Phénix, Superphénix), la France n'a eu de cesse de condamner la voie du nucléaire durable qu'elle avait elle-même lancée, au moment même où de nouveaux RNR de puissance sont en construction en Russie, en Chine, en Inde, au Japon...

CONCLUSIONS

Face au réchauffement climatique qui nous impose l'arrêt définitif du recours à toutes les énergies fossiles, le nucléaire durable n'est pas une option parmi d'autres, ni un complément ou un supplément aux autres solutions comme certains voudraient le faire accroire : en réalité, avec l'hydroélectricité, c'est la seule option valable. ►

“ Le nucléaire durable n'est pas une option parmi d'autres, ni un complément ou un supplément aux autres solutions comme certains voudraient le faire accroire : en réalité, avec l'hydroélectricité, c'est la seule option valable. ”

► Manifestement rien de tout cela n'est actuellement compris par les instances dirigeantes de l'État : l'absence de toute vision stratégique pour le nucléaire dans le projet de programmation pluriannuelle de l'énergie est sidérante. Alors qu'un choc d'uranium se profile pour le milieu du siècle, la question de la ressource n'est pas même évoquée, aucun projet de RNR de puissance n'est remis sur les rails, aucune ambition nucléaire n'émerge pour la place de la France dans un monde qui se disloque de crise en crise. Sans aucune perspective, les discours de

“ Pour la France, l'alternative est simple : soit se maintenir dans la filière des réacteurs à neutrons lents jusqu'à l'épuisement de l' U^{235} vers le milieu du siècle, soit se réorienter sans plus attendre vers les RNR, lui donnant, ainsi qu'à l'Europe, la souveraineté de sa production d'électricité pour des millénaires. ”

relance du nucléaire sur la base de quelques EPR sont, à eux seuls, une démonstration de l'impasse stratégique dans laquelle nous sommes. De fait, sous la force de l'idéologie, pris en otage par l'irresponsabilité,


l'apathie et l'incompétence de multiples niveaux politiques et administratifs, le nucléaire en France n'est plus piloté. Comme symptôme caricatural de cet effondrement, il suffit de citer le programme de R&D piloté par le CEA axé sur le multirecyclage en REP qui envoie le plutonium, matière fissile stratégique s'il en est, aux déchets !

À l'heure du réchauffement climatique en accélération constante et du besoin massif d'énergie pilotable décarbonée, le contexte mondial est à l'expansion du nucléaire. C'est pourquoi l'avenir du nucléaire de fission se joue maintenant à quitte ou double, à la fois au niveau mondial et pays par pays en fonction de la capacité de chaque pays à en comprendre les enjeux. Pour la France, l'alternative est simple : soit se maintenir dans la filière des réacteurs à neutrons lents jusqu'à l'épuisement de l' U^{235} vers le milieu du siècle, soit se réorienter sans plus attendre vers les RNR, lui donnant, ainsi qu'à l'Europe, la souveraineté de sa production d'électricité pour des millénaires.

Si gouverner est prévoir, comment ignorer cette analyse quand les installations à réaliser, réacteurs et usines

du cycle, nécessitent plusieurs décennies ? Au vu de la médiocrité des textes en préparation, au vu du mépris dans lequel on tient les deux rapports parlementaires récents⁹ qui insistent sur la nécessité des RNR, le citoyen peut-il encore espérer choisir entre l'arrêt du nucléaire qui suivra le choc d'uranium et la poursuite sur des millénaires grâce aux RNR ? ■

*CLAIRE KERBOUL est docteure ès sciences physiques.



Spécialisée en physique nucléaire, Claire Kerboul, ancienne directrice de cabinet du haut-commissaire à l'énergie atomique, est l'auteur de *l'Urgence du nucléaire durable* (De Boeck sup.). Face aux crises climatique et énergétique, elle milite pour le redémarrage de la filière des réacteurs à neutrons rapides en France ; elle est administratrice de PNC France et de Sauvons le climat.



UN AVIS DE LA RÉDACTION

Progressistes a publié le plan climat du PCF Empreinte 2050, que sa rédaction soutient. Comme Claire Kerboul, ce plan considère que la transition vers le nucléaire durable sera indispensable et dénonce l'inconséquence des décisions politiques de fermeture de Superphénix (Lionel Jospin en 1997) et l'ajournement du projet ASTRID (Emmanuel Macron en 2019). Il défend la relance immédiate de la filière française à neutrons rapides (RNR) par l'engagement d'études conjointes d'un réacteur démonstrateur et d'industrialisation du cycle du combustible adapté aux RNR.

Pour cela, les compétences dispersées sont à rassembler et à étoffer, les capacités industrielles à reconstruire en grand. Pour cette raison, Empreinte 2050 estime qu'on aura besoin d'une vingtaine d'années pour mettre en service la première tête de série. Dans l'intervalle, afin de répondre à la forte croissance du besoin d'électricité pour atteindre la neutralité carbone, il prône un déploiement important et industriellement faisable de toutes les énergies décarbonées : réacteurs EPR à neutrons lents, capacités éoliennes et solaires.

La donne aurait pu être différente si l'exploitation de Superphénix avait été poursuivie et la filière française à neutrons rapides développée. La France aurait gagné vingt ans. Mais on ne refait pas le passé, même le pire.

1. Données AIE 2023. L'éolien (70 GW) comprend 8 GW d'éolien en mer.
2. L' U^{235} est dit fissile car il fissionne sous l'impact d'un neutron, quelle que soit l'énergie de celui-ci, en libérant 200 millions d'électronvolts. La probabilité de fission est d'autant plus grande que la vitesse du neutron est faible.
3. L'énergie moyenne du neutron lent (2 à 3 km/s) est inférieure à 1 eV.
4. L'énergie moyenne du neutron rapide (20 000 km/s) est de 2 MeV.
5. <https://nucleairedurable.fr/un-nucleaire-pour-50-ou-5000-ans.html>.
6. Voir Jean Bussac et Paul Reuss, *Traité de neutronique*, Éd. Hermann.
7. Un noyau est dit « fertile » s'il se transforme en noyau fissile après avoir capturé un neutron. Par exemple, l'uranium 238 et le plutonium 240 sont fertiles : ils se transforment respectivement en plutonium 239 et en plutonium 241.
8. Voir Dominique Grenèche, *Les Réacteurs nucléaires surgénérateurs. Pourquoi ? Comment ? Quand ?*, PNC France, p. 131.
9. Voir <https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/16/organes/autres-commissions/commissions-enquete/ce-independance-energetique/> Voir aussi <https://www.senat.fr/travaux-parlementaires/structures-temporaires/commissions-denquete/commission-denquete-portant-sur-la-production-la-consommation-et-le-prix-de-lelectricite-aux-horizons-2035-et-2050.html>.

ÉCRIVEZ-NOUS À progressistes@pcf.fr

RELANCER LA FILIÈRE NUCLÉAIRE À NEUTRONS RAPIDES FRANÇAISE

Comme l'a montré l'article de Claire Kerboul, l'énergie nucléaire est indispensable à la décarbonation de l'énergie et seule la filière à neutrons rapides rend cette énergie durable. Les décisions successives de fermeture de Superphénix et d'abandon du projet ASTRID n'en sont que plus préoccupantes. Comment donc relancer la filière RNR française ? Quels obstacles lever ? Sur quels atouts s'appuyer ?

PAR MICHEL DONEDDU*

L'ABANDON

Pour justifier la décision politique prise par le président de la République d'abandonner le projet ASTRID, l'administrateur général du CEA, François Jacq, avait avancé deux arguments : l'approvisionnement en uranium est garanti jusqu'à la fin du XXI^e siècle ; investir dans un réacteur de démonstration est sans intérêt car la France ne dispose pas de l'industrie du combustible. Il en concluait qu'il valait mieux ne pas disperser ses efforts et se concentrer sur le seul déploiement des EPR, filière à neutrons lents. Aucun de ces arguments ne tient la route.

Concernant la disponibilité de la ressource terrestre en uranium, Claire Kerboul montre que la conjonction entre la relance mondiale du nucléaire et la stagnation des réserves prouvées et spéculatives fait courir le risque d'une crise durant la seconde moitié du présent siècle. De plus, la transition vers un parc nucléaire comprenant suffisamment de RNR pour ne plus consommer d'uranium terrestre devra s'étendre sur plusieurs décennies (les études du CEA réalisées entre 2010 et 2015 évaluaient cette durée à environ 60 ans). Cette lenteur résulte de ce que les RNR consomment un combustible formé d'uranium appauvri et de plutonium (le MOx-RNR), matières issues du cycle du combustible du parc actuel. Si le stock d'ura-

“ La transition vers le nucléaire durable doit impérativement débuter de façon anticipée, sauf à plonger plusieurs générations futures dans une crise énergétique durable et à l'issue incertaine. ”



Superphénix, réacteur à neutrons rapides arrêté en 1997.

“ Plusieurs start-up ont annoncé développer des petits réacteurs modulaires à neutrons rapides (PRM-NR). Or il leur faudra du combustible MOx-RNR de composition semblable au combustible des grands réacteurs, la géométrie devant toutefois être adaptée. ”

nium appauvri est considérable, celui de plutonium est plus restreint et ne permet pas à lui seul d'assurer le démarrage d'un grand parc de RNR, seulement 4 à 5 GW environ. Il faudra donc compter sur le plutonium produit par les premiers réacteurs pour alimenter le démarrage des suivants en même temps que leur propre recharge. De surcroît les opérations de recyclage durent plusieurs années. Il en résulte que la transition vers le nucléaire durable doit impérativement débuter de façon anticipée, sauf à plonger plusieurs générations futures dans une crise énergétique durable et à l'issue incertaine. Bizarrement l'administrateur général CEA semblait avoir oublié les conclusions des études... du CEA.

Et encore plus bizarrement, il avait oublié que des réacteurs à neutrons rapides avaient déjà fonctionné en France (Phénix et Superphénix), et qu'ils avaient consommé du combustible MOx adapté aux RNR. L'industrie française avait donc su le fabriquer. Bien sûr, cette fabrication a cessé avec les fermetures des réacteurs. De plus, le projet ASTRID comportait les deux volets – réacteur et atelier de fabrication du combustible – et s'appuyait sur les expériences déjà acquises dans les deux domaines.

LE DÉTOUR

Fait nouveau, il se trouve qu'aujourd'hui plusieurs start-up ont annoncé développer des petits réacteurs modulaires à neutrons rapides (PRM-NR). Elles ont été essayées par le CEA lui-même et financées sur fonds publics dans le cadre des plans France Relance et France 2030. Or il leur faudra du combustible MOx-RNR de composition semblable au combustible des grands réacteurs, la géométrie devant toutefois être adaptée. Pour ce faire, ces start-up se mettent en ▶

► rapport avec Framatome et Orano afin d'en étudier la fabrication et le recyclage. Il est donc tout à fait faisable de mettre à l'étude l'industrialisation simultanée des combustibles des petits et grands réacteurs à neutrons rapides. Bien sûr, pour un grand parc il faudra à terme passer l'industrie du cycle du combustible à une échelle bien supérieure aux seuls besoins de petits réacteurs modulaires. La mise à l'étude d'un nouveau réacteur de démonstration, quant à elle, ne peut pas résulter du développement des petits réacteurs modulaires. Ces derniers sont surtout destinés à la production de chaleur industrielle, voire à la cogénération et non à la production d'électricité de base. Les PRM doivent être fabriqués en usine, les grands réacteurs seront assemblés sur site. Ils ne peuvent pas compter sur la même sécurité passive que ceux de petites dimensions. Contrairement aux PRM-NR, ils devront être surgénérateurs, c'est-à-dire produire plus de plutonium qu'ils n'en consomment eux-mêmes, afin d'autoriser une croissance du parc la moins lente possible. Il est clair que les start-up essayées par le CEA pour développer des PRM à neutrons rapides ne sont ni missionnées ni dimensionnées pour remplacer une équipe de projet d'un démonstrateur de réacteur RNR de grande capacité.

L'AVENIR

Bientôt sept années se seront écoulées depuis l'abandon d'ASTRID. L'équipe du projet a été dissoute, les liens avec l'industrie rompus ainsi qu'avec les partenaires étrangers, notamment japonais. Mais de tout cela il reste encore la mémoire, dans des dossiers et chez des humains. Il devient urgent que la décision politique soit prise de relancer un projet de démonstrateur de grande taille, préfigurant la tête de série du parc à neutrons rapides qui devra progressivement se substituer à celui des réacteurs à eau pressurisée. Une équipe doit être reconstituée à la hauteur de cette ambition. Le projet ASTRID faisait appel à 650 chercheurs, ingénieurs et techniciens. Le socle de compétences est encore là. En estimant que le délai entre le lancement de l'étude et la mise en service du démonstrateur serait du même ordre que celui du nouveau programme de réacteurs EPR2, il est envisageable de viser une mise en service vers 2040. Enfin, la relance de la filière française RNR doit s'accompagner d'une politique cohérente de gestion du stock de plutonium alimenté par les combustibles usés du parc nucléaire actuel (nommé inventaire de Pu). Il conviendrait d'en finir avec l'obsession de limiter, voire de réduire cet inventaire. Le plutonium n'est pas un déchet

“ Le projet de multirecyclage du plutonium dans les réacteurs à eau pressurisée revient à éliminer un plutonium en excès; cela contredit le besoin d'un stock autorisant une transition vers le nucléaire durable la moins lente possible. ”

dont il faut se débarrasser mais une ressource stratégique pour la transition vers le nucléaire durable. Or le projet de multirecyclage du plutonium dans les réacteurs à eau pressurisée, actuels ou à venir, revient à éliminer un plutonium jugé en excès. Il entre en totale contradiction avec le besoin d'un stock le plus élevé possible pour autoriser une transition vers le nucléaire durable la moins lente possible. De surcroît la physique veut que, tout en détruisant la ressource de plutonium, il produise plus de déchets à haute activité et à vie longue. Abandonner ce projet énergétiquement insensé, ce serait aussi dégager des moyens humains et financiers pour préparer ce qui vaut la peine : le cycle du combustible du nucléaire durable. Certes, tout cela exige de fonder les choix politiques sur des visions de long terme. Y a-t-il une raison objective pour que cela soit réservé à la Chine et à la Russie ? ■

*MICHEL DONEDDU est ingénieur EDF et membre de la commission Écologie du PCF.

QUELS MOYENS POUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET LA RADIOPROTECTION ?

La fin de l'année 2023 et le début de 2024 ont été animés par le débat sur la fusion de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). À écouter la ministre de tutelle, il fallait le faire... sans qu'elle ne parvienne vraiment à expliquer pourquoi.

PAR LUC FOULQUIER
ET MARCEL PRÉVOST *

Agnès Pannier-Runacher, ministre de la Transition écologique, ne parvient à expliquer la nécessité de cette fusion autrement que par la volonté du président de la République affichée en Conseil de politique nucléaire dans l'objectif de faciliter la relance du nucléaire.

Si on écoutait les associations ou partis politiques hostiles au nucléaire, une telle évolution allait faire reculer la sûreté nucléaire en France et les échanges avec le public – la radio-

protection, personne n'en parlait vraiment. Enfin, les personnels des deux entités étaient partagés entre attentisme côté ASN et profonde hostilité côté IRSN.

Après de houleux débats à l'Assemblée nationale, avec en particulier un comportement totalement irresponsable des députés du Rassemblement national, votant un coup pour la réforme, un coup contre, en fonction

“ Ce sont les travailleurs qui, sur le terrain, portent de manière concrète la sûreté et la radioprotection. ”

de leur humeur, une loi est finalement adoptée le 21 mai 2024. Ainsi la loi n° 2024-450 du 21 mai 2024, relative à l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour répondre au défi de la relance de la filière nucléaire, entérine la création d'une nouvelle autorité administrative indépendante : l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR). Cette autorité est constituée par la fusion de l'ASN et de l'IRSN, entités dont elle reprend l'essentiel des missions, les activités de défense et de dosimétrie restant hors de son ressort.

La nouvelle autorité a été créée au 1^{er} janvier 2025. Elle est présidée par Pierre-Marie Abadie, qui a été nommé président de l'ASN puis de l'ASNR par le président de la République. En termes d'effectifs, l'ASNR comprend, début 2025, environ 2 100 personnes, dont 350 fonctionnaires, essentiellement affectés à des missions de contrôle, une centaine de contractuels de droit public et 1 650 salariés de droit privé. Cela fait de l'ASNR la deuxième autorité au monde dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, derrière, la NRC (Nuclear Regulation Commission), l'autorité de contrôle états-unienne.

UN HISTORIQUE

En ce printemps 2025, c'est l'occasion de faire un premier bilan de cette évolution.

Mais avant de pousser l'analyse des impacts de cette réforme, il est important de faire un peu d'histoire, et aussi et surtout de rappeler un élément essentiel : la sûreté nucléaire est de la responsabilité première de l'exploitant de l'installation. La radioprotection, quant à elle, est de la responsabilité de l'employeur et/ou du responsable de l'activité nucléaire. Dans les deux cas, derrière les structures, il y a du personnel, et, *in fine*, ce sont les travailleurs qui, sur le terrain, portent de manière concrète la sûreté et la radioprotection.

Remonter, de manière très résumée, l'histoire de l'évolution du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection permet de comprendre les raisons de son évolution et peut donner des idées sur ce que l'on doit attendre de l'ASNR.

“ Pour la première fois, une réforme importante du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection est conduite sans moyens supplémentaires ! ”

Les dangers et inconvénients dus aux rayonnements ionisants ont été identifiés de manière précoce dès le début du xx^e siècle. Lors du développement des premières installations nucléaires, après la Seconde Guerre mondiale, les pouvoirs publics faisaient toute confiance au Commissariat à l'énergie atomique (CEA) pour gérer les enjeux de sûreté nucléai-

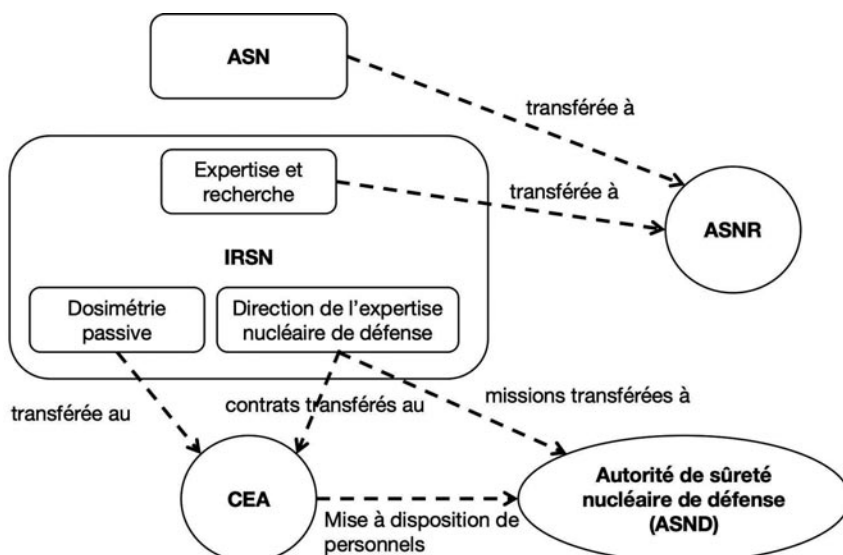
“ La sûreté nucléaire est de la responsabilité première de l'exploitant de l'installation. La radioprotection, quant à elle, est de la responsabilité de l'employeur et/ou du responsable de l'activité nucléaire. ”

re et de radioprotection. Pour y répondre, et face aux évolutions des pratiques et pour prendre en compte le retour d'expérience des dysfonctionnements, le CEA a structuré une organisation interne indépendante, qui finira par s'appuyer sur l'expertise de l'IPSN (Institut de protection et de sûreté nucléaire, structure interne au CEA) dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la radioprotection ou de la radioécologie.

En parallèle, pour répondre aux enjeux de radioprotection liés à l'utilisation de sources de rayonnements ionisants en dehors des installations du CEA, les pouvoirs publics ont créé la CIREA (Commission interministérielle des radioéléments artificiels) et le SCPRI (Service central de protection contre les radiations ionisantes, qui deviendra l'OPRI [Office de protection contre les rayonnements ionisants]) dont les missions étaient de réglementer et de contrôler l'usage de ces sources. Au début des années 1960, un nouvel acteur industriel d'importance fait son entrée : EDF, qui lance son premier parc de réacteurs nucléaires. Puis l'industrie nucléaire française s'étoffe avec, notamment, la création de la Cogema (qui deviendra Areva, puis Orano) et enfin l'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs).

Afin de s'adapter au contexte en forte évolution avec de nombreuses installations et de nouveaux acteurs, l'État renforce la réglementation sur la sûreté nucléaire en créant notamment les installations nucléaires de base (INB) et une réglementation associée. Peu après, l'État décide de reprendre en main le contrôle externe des installations en créant le SCSIN (Service central de sûreté nucléaire des installations nucléaires) qui deviendra plus tard la DSIN (Direction de la sûreté des installations nucléaires). C'est à ce moment que sont mises en place les divisions territoriales sous le nom de divisions des installations nucléaires. Dans ▶

SCHÉMA DE RÉPARTITION DES MISSIONS DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE
(inspiré de l'article « Sûreté nucléaire : l'ASNR, fusion de l'ASN et de l'IRSN, entre en action », SFEN).



cette organisation, la DSIN et ses divisions territoriales assuraient le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des INB avec l'appui

“ Après la Seconde Guerre mondiale, les pouvoirs publics faisaient toute confiance au Commissariat à l'énergie atomique (CEA) pour gérer les enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection. ”

technique de l'IPSN. Dès le début de cette structuration, le choix a été fait de traiter la sûreté nucléaire et la radioprotection dans les installations militaires de manière indépendante, ce choix de l'État est tout à fait discutable, tant les enjeux sont similaires. Le présent article ne traite que de la partie non militaire.

Au tout début des années 2000, une réforme d'ampleur est mise en œuvre afin de permettre un contrôle intégré de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, de garantir plus d'indépendance et de transparence, pour retrouver un minimum de confiance au sein du public, confiance perdue après l'accident de Tchernobyl : la DSIN, la CIREA, l'IPSN, l'OPRI, le bureau des rayonnements ionisants de la Direction générale de la santé... sont fusionnés pour créer, d'une part, la DGSNR (Direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection) et ses divisions territoriales DSNR, et, d'autre part, l'IRSN. À cette occasion, l'IPSN est sorti du CEA. Cela ne se fera pas sans de fortes oppositions des représentants du personnel.

Enfin, face au choix de relancer la production d'électricité d'origine nucléaire, choix qui sera finalement éphémère, le président de la République Jacques Chirac annonce en janvier 2006, lors des vœux aux « forces vives de la nation », la création de l'ASN. Cette création sera effective fin 2006 sous forme d'une autorité administrative indépendante qui assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France, avec l'appui technique de l'IRSN. Cette nouvelle autorité se veut, par son statut, indépendante du gouvernement et des exploitants, mais aussi libre de toute pression externe. Elle a également

pour mission d'informer les publics, et doit contribuer au fonctionnement des CLI (commissions locales d'information), qui jouent un rôle important pour les populations riveraines des installations nucléaires.

Durant toute cette période, les effectifs, tant en agents chargés d'expertises qu'en inspecteurs, se sont fortement étoffés. Si l'on prend pour exemple les inspecteurs de la radioprotection, ils sont passés de moins d'une dizaine au sein de l'OPRI au début des années 2000 à plus de cent au sein de l'ASN au début des années 2020.

UN PREMIER BILAN DE LA FUSION

Comme le montre ce rapide résumé, le paysage du « nucléaire français » est passé en quelques décennies d'une période avec un exploitant public quasi unique disposant de moyens financiers et humains quasi illimités à une industrie nucléaire qui est aujourd'hui composée de multiples acteurs, avec des exploitants sous statuts parfois privés et avec une importante délégation externe de la maintenance, et cela dans un monde ouvert à la concurrence. En même temps, le cadre législatif et réglementaire très peu coercitif au départ s'est structuré avec des outils

“ Le cœur de la sûreté nucléaire se trouve au niveau des moyens en inspecteurs, chercheurs et experts au sein de l'ASNR, mais avant tout au niveau des moyens humains et financiers au sein des exploitants eux-mêmes. ”

TROIS CONCEPTS À MAÎTRISER

Sûreté nucléaire. Le terme recouvre l'ensemble des dispositions techniques ainsi que les mesures d'organisation prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets. Elles concernent la conception, la construction, le fonctionnement, l'arrêt et le démantèlement des installations nucléaires de base, ainsi que le transport des substances radioactives.

Sécurité nucléaire. La sûreté nucléaire est une composante de la sécurité nucléaire qui comprend, en outre, la radioprotection, la prévention et la lutte contre les actions de malveillance, ainsi que les actions de sécurité civile en cas d'accident.

Radioprotection. Le terme désigne l'ensemble des mesures prises pour assurer la protection de l'homme et de son environnement contre les effets des rayonnements ionisants.

de sanctions et de coercitions en fort développement, évolution accompagnée d'un nombre d'inspecteurs en constante augmentation.

Même si nous regrettons, et dénonçons, certaines évolutions de l'industrie nucléaire en réponse à l'ouverture des marchés de l'énergie dans un monde en forte concurrence, et en particulier le basculement vers des acteurs privés ou encore la mise en concurrence de nombreux secteurs, et des statuts des travailleurs eux-mêmes, *via* la sous-traitance, il était important que l'État adapte le cadre législatif et réglementaire ainsi que ses moyens, afin de s'assurer que l'ensemble des acteurs assument leurs responsabilités d'exploitant, d'employeur ou de responsable d'activité nucléaire.

PERSPECTIVES ET DÉFIS

Il y a aujourd'hui un sujet central qu'il est indispensable de mettre en lumière : pour la première fois, une réforme importante du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection est conduite sans moyens supplémentaires ! La situation est d'autant plus inquiétante que l'ASNR va devoir faire face à une situation exceptionnelle : prolongement de la durée d'exploitation du parc d'EDF ; lancement des nouveaux réacteurs de type EPR2 ; vieillissement et renouvellement des usines du cycle du combustible, notamment à La Hague ; nouveaux réacteurs de type SMR (*small modular reactor*) ; domaine médical en perpétuelle innovation et en fort déploiement. Autant d'évolutions qui vont nécessiter des effectifs plus importants et des compétences renouvelées, du fait des nouvelles installations, des nouvelles techniques ou technologies, mais aussi du fait du caractère « start-up » des porteurs de certains projets pour qui la sûreté ou la radioprotection n'est qu'un sujet parmi d'autres, et parfois même pas un sujet (voir le médical), ce qui n'a jamais été le cas du parc électro-nucléaire actuel.

Et en plus de ce tableau qui appelle à un renforcement rapide des moyens de l'ASNR, en particulier en effectifs, la situation des principaux acteurs du nucléaire (EDF, Orano et le CEA) n'appelle pas à l'optimisme : des décennies de *stop and go* (on arrête,



Centrale nucléaire de Chooz,
dans les Ardennes.

© Muriel Roger

puis finalement on relance, puis non...) du nucléaire français ainsi que de déléguer au privé et à la sous-traitance ont notablement réduit les moyens humains et les compétences de la filière, en particulier de ces trois acteurs majeurs.

Pour revenir à l'ASNR, on nous annonçait le chaos pour le 1^{er} janvier 2025. Qu'en est-il ?

L'ASNR est globalement en état de marche, les inspections sont réalisées, les expertises suivent leur cours et l'exode annoncé du personnel n'a pas eu lieu. En clair, les contrôles de la sûreté nucléaire et de la radioprotection sont assurés.

Mais y a-t-il des gains ? À ce stade, seule l'organisation de crise intégrée peut être vue à court terme comme une amélioration. Pour le reste, les deux anciennes entités cohabitent, tout en ayant créé un peu plus de lien et de connaissance mutuelle. Le président de l'ASNR souhaite qu'une intégration plus poussée puisse se faire à une échéance de l'ordre de dix-huit mois. Les travaux d'intégration en cours devront être conduits sans pénaliser les activités de contrôle, recherche et expertise. Ils devront surtout aboutir afin d'améliorer l'ef-

ficacité du système de contrôle. Mais, sans moyens supplémentaires, ces objectifs seront impossibles à atteindre.

ET LES TRAVAILLEURS ?

Comme cela était à craindre, le dialogue social a du mal à se mettre en place. Et même si un budget a été débloqué pour améliorer les salaires des agents sous contrats de droit privé et les primes des agents publics, un alignement des conditions de travail risque de prendre beaucoup de temps, et le fonctionnement des instances de dialogues s'annonce très complexe.

Vous l'aurez compris, même si le fonctionnement de l'ASNR dans les mois et années qui viennent est un sujet important, il nous semble que l'essentiel sur le niveau de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France n'est pas à chercher sur la forme précise de l'autorité en charge du contrôle ou de son appui technique. Le cœur de la sûreté nucléaire se trouve au niveau des moyens en inspecteurs, chercheurs et experts au sein de l'ASNR, mais avant tout au niveau des moyens humains et financiers au sein des exploitants

“ Les travaux d'intégration en cours devront être conduits sans pénaliser les activités de contrôle, recherche et expertise. Ils devront surtout aboutir afin d'améliorer l'efficacité du système de contrôle. Mais, sans moyens supplémentaires, ces objectifs seront impossibles à atteindre. ”

eux-mêmes, et tout particulièrement des « nouveaux » exploitants. Et au-delà des moyens, c'est aussi le niveau des responsabilités et des pouvoirs que l'on donne aux travailleurs au sein des entreprises qui permettra de renforcer le niveau de sûreté et de radioprotection : de bonnes conditions de travail, de bons statuts et un dialogue dans les entreprises sont autant de gages pour que les travailleurs puissent jouer leurs rôles dans la culture de sûreté et de radioprotection. ■

*LUC FOULQUIER est ingénieur-chercheur en écotoxicologie.

MARCEL PRÉVOST est ingénieur CEA.

Les deux auteurs sont membres de la commission Écologie du PCF.

ENTRETIEN

ASNR, LE POINT DE VUE SYNDICALISTE

Entre salariés concernés dos au mur et conjoncture nationale inédite en matière de ressources, de besoins et d'enjeux vis-à-vis du renouveau de la filière nucléaire, comment se porte aujourd'hui notre Autorité de sûreté ? Deux militants CGT à l'ASNR, Philippe Bourachot et Névéna Latil-Querrec, en parlent pour *Progressistes*.

PROPOS RECUEILLIS
PAR SANDRA BRISSON*

Le 1^{er} janvier 2025, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et l'Institut de sûreté nucléaire et de radioprotection (IRSN) ont fusionné pour créer l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR). Or, dès le 5 avril 2024, les salariés des trois entités concernées par la fusion ont affirmé leur opposition à ce projet au travers de leurs instances repré-

“ C'est la quantité de dossiers à traiter qui est en train de croître avec le renouveau de l'industrie nucléaire, de l'émergence des SMR, les petits réacteurs modulaires, et la construction des EPR2. ”

sentatives du personnel, et l'intersyndicale CFDT, CFE-CGC et CGT alertait déjà l'opinion publique *via* une lettre ouverte des risques majeurs de ce choix¹.

Progressistes : La réorganisation est mise en œuvre, quel est le climat social actuellement à l'ASNR ?

Névéna Latil-Querrec : Nous avons bataillé durant deux ans ; l'intersyndicale est restée forte et soudée. Et nous n'avons toujours pas la réponse à cette question : Pourquoi réorganiser une entité qui fonctionne ? La réponse officielle, la « fluidification », nécessite une augmentation de moyens et de ressources, pas une réorganisation. La fuite des salariés n'a cependant



© L'Humanité.

Manifestation des salariés contre la fusion de l'ASN et de l'IRSN.

pas eu lieu, la paix sociale a été achetée par une enveloppe d'avancement salarial de l'ordre de 12 % si on cumule les avancements individuels et collectifs. La vague de départs redoutée ne s'est donc pas produite.

Pour autant, le dialogue social est au point mort. L'administration a trouvé face à elle des représentants du personnel très remontés et une force de proposition. À ce jour, nous nous retrouvons avec une autorité dotée d'un CSE, représentant les salariés de droit privé, et d'un CSA, représentant les salariés de droit public. L'élection de la formation conjointe détenant les prérogatives du CSE et du CSA doit se tenir début 2026.

Une réorganisation, cela se prépare. La nôtre nous a été imposée à marche forcée. Nous sommes dans le flou. Les missions sont réalisées par des salariés consciencieux et armés de leur conscience professionnelle.

Le *turnover* se situe autour de 7,5 %. Cela peut paraître faible pour le secteur privé, mais il faut prendre conscience que celui-ci est quasi nul dans le domaine de la recherche publique. Ce taux de 7,5 % est donc un réel problème : il n'y a pas de filière de formation professionnelle spécifique à notre domaine, et il nous faut deux ans pour former un ingénieur généraliste.

Progressistes : Les missions de l'ASNR sont multiples : activités de recherche, d'expertise, de contrôle, réglementaires, de formation, mais également d'information, de dialogue et d'instruction. L'organisation en place permet-elle de les remplir ? Les moyens humains et matériels sont-ils à la hauteur des enjeux ?

Philippe Bourachot : Le périmètre d'intervention n'a pas évolué : les activités de l'ASNR regroupent aujourd'hui la somme des activités de l'IRSN et de l'ASN, hormis la direction de l'expertise nucléaire de défense et la dosimétrie passive, qui ont été transférées au CEA. C'est la quantité de dossiers à traiter qui est en train de croître avec le renouveau de l'industrie nucléaire, de l'émergence des SMR, les petits réacteurs modulaires, et la construction des EPR2. Les tâches qui nous attendent sont colossales. Allons-nous avoir une Autorité obstruée par la quantité de dossiers à

“ Allons nous continuer d'effectuer nos recherches en propre ? Ou allons-nous effectuer uniquement de la gestion et du suivi de projet ? ”

instruire, à l'instar de la Justice ? Sommes-nous condamnés à être « ceux qui bloquent... » non par volonté mais par manque de moyens ?

Progressistes : Une revendication semble avoir été entendue, le maintien de la distinction entre l'expertise et la décision. Pouvez-vous nous confirmer que c'est bien le cas ?

N.L.-Q. : Un bref rappel est nécessaire. Souvenons-nous de l'époque post-Tchernobyl. La confiance du public vis-à-vis de l'Autorité de sûreté nucléaire devait être rétablie. L'IPSN, expert technique indépendant de l'exploitant a été créé ; ensuite est venu l'IRSN. Nous avons une indépendance de l'expertise : en effet, l'expert technique rend une décision technique. Et à partir de cette donnée, l'Autorité rend sa décision en prenant en compte les enjeux industriels, économiques, gouvernementaux, politiques. Mais l'expert technique est libre de toute pression pour rendre son avis technique.

Nous avons aujourd'hui un nouveau règlement intérieur. Ce dernier, à la main du législateur, a été présenté devant l'OPECST, l'Office parlementaire des choix scientifiques et techniques, le 16 janvier 2025 par Pierre-Marie Abadie, ancien président de l'ASN et désormais à la tête de l'ASNR. Oui, la distinction entre l'expertise et la décision est maintenue, mais nous devons rester vigilants : les passerelles sont nombreuses entre ces deux entités, et chacun doit garder en tête la nature de ses fonctions. Le CSE a émis un avis sur ce document structurant de l'Autorité. Cet avis n'a pas été pris en compte.

Progressistes : Par ailleurs, l'ASNR devra prochainement mettre en place trois entités distinctes : les groupes permanents d'experts, un conseil scientifique et une commission d'éthique et de déontologie. Comment voyez-vous, en interne, la mise en place de ces entités ? Les salariés sont-ils convaincus de la pertinence de cette organisation ?

Ph.B. : Effectivement, les groupes permanents d'experts restent en place. Peut-être même se sont-ils déjà réunis depuis la réorganisation. En revanche, le conseil scientifique n'a pas encore été créé. L'ASNR cherche son directeur scientifique, lorsqu'il sera nommé le conseil scientifique pourra être mis en place. Nous sommes en attente, notamment, de la politique de recherche de l'ASNR. Allons nous continuer d'effectuer nos recherches en propre ? Ou allons-nous effectuer uniquement de la gestion et du suivi de projet ? Nous sommes à ce jour la seule Autorité à avoir une recherche en son sein, et cela est remarquable. Enfin, la commission d'éthique et de déontologie se borne à émettre un avis sur la suite

“ Une réorganisation, cela se prépare. La nôtre nous a été imposée à marche forcée. Nous sommes dans le flou. Les missions sont réalisées par des salariés consciencieux et armés de leur conscience professionnelle. ”

de la carrière du personnel ASNR, lorsqu'il quitte ses fonctions. Ce fonctionnement peut, à terme, être un frein à l'embauche des futurs salariés qui souhaitent réaliser une carrière.

Progressistes : Enfin, êtes-vous pleinement partie prenante des échanges et des ajustements en cours qui permettront à l'ASNR de trouver sa place dans ce monde du nucléaire en pleine mutation et un mode de fonctionnement pérenne et pertinent vis-à-vis de ces enjeux ?

N.L.-Q. : Nous devons garder la confiance du public, confiance qu'il nous a fallu regagner après l'accident de Tchernobyl. Mais gardons en tête que les exploitants sont les premiers garants de la sécurité et de la sûreté de leur installation. Le renouveau du nucléaire nécessite une Autorité forte, crédible et compétente, au rendez-vous de ces enjeux. ■

*SANDRA BRISSON est ingénieure propulsion nucléaire.

1. <https://www.cgt.fr/comm-de-presse/lettre-ouverte>.

L'ÉLECTRONUCLÉAIRE POUR DÉCARBONER L'ÉNERGIE

L'auteur du présent article met, sur la problématique du nucléaire, en regard les préconisations de la Stratégie nationale bas carbone élaborée sous le pilotage du ministère de la Transition écologique et solidaire et le plan Empreinte 2050 du Parti communiste français. Matière à réflexion...

PAR SERGE VIDAL*

La Stratégie nationale bas carbone (SNBC) est la feuille de route gouvernementale pour lutter contre le changement climatique et atteindre la neutralité carbone en 2050. Elle est une composante de la stratégie française énergie-climat (SFEC) et se décline dans la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Elle doit être en cohérence avec les engagements internationaux de la France. Ses éléments de planification sont révisés tous les cinq ans. Nous en sommes à la 3^e période (SNBC3 et PPE3), qui de 2025 devrait s'étendre jusqu'à 2035 pour la PPE. Au moment où nous écrivons ces lignes, les décrets correspondants ne sont pas sortis et d'instances discussions sont en cours sur le niveau des ENR prévu dans la programmation. Ces décrets ont un an de retard. Toutefois, pour ce qui est du nucléaire, les grandes lignes sont connues, notamment depuis le discours de Belfort du président de la République, en février 2022. La limitation légale de la part du nucléaire dans la production d'électricité, décidée en 2015, a été abrogée par une nouvelle loi en juin 2023.

Le plan Empreinte 2050 propose, quant à lui, une planification jusqu'en 2050. Sur le nucléaire, à l'exception de la prise en compte avant 2050 du démarrage d'ASTRID, ses prévisions seront identiques entre sa première version, publiée en 2023, et sa version actualisée à venir.

Dans la SNBC3 comme dans Empreinte 2050, la neutralité carbone en 2050 passe par une électrification des usages et un recours complémentaire aux énergies renouvelables et au nucléaire. Cela dit, Empreinte 2050 envisage une réindustrialisation du pays ainsi qu'une plus



Plan climat
Empreinte 2050
du PCF et
de Progressistes.

grande prise en compte des transports aériens et maritimes et aussi, entre autres, une plus forte ambition dans le transport ferroviaire, notamment de marchandises.

LE NOUVEAU NUCLÉAIRE PAS AVANT DIX ANS

La PPE3 prévoit une mise en service d'un premier réacteur EPR2 entre 2038 et 2040, alors qu'Empreinte 2050 considère comme possible une mise en service en 2036 avec, dans un scénario dégradé, un démarrage en 2041. Compte tenu des objectifs politiques de baisse du nucléaire appliqués dans les années 2010, gravés dans la loi d'août 2015, un retard catastrophique a été pris vis-à-vis de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, ce qui compromet déjà la possibilité de tenir les engagements de la France pour 2030.

“ Dans la SNBC3 comme dans Empreinte 2050, la neutralité carbone en 2050 passe par une électrification des usages et un recours complémentaire aux énergies renouvelables et au nucléaire. ”

Aujourd'hui, il faut mettre les bouchés doubles, et cela ne sera pas possible sans une révision des politiques managériales appliquées à EDF et dans l'industrie, des relations contractuelles, la reconstitution d'une ingénierie EDF intégrée, ainsi qu'un effort global de formation. Les syndicats, favorables à l'accélération du programme nucléaire, affichent leur inquiétude quant à la réalisation du programme sans ces modifications.

LA NÉCESSITÉ D'UN PROGRAMME AMBITIEUX ET DURABLE

Le président Macron a annoncé à Belfort, en 2022, le démarrage d'un premier réacteur EPR en 2035. On a déjà pris du retard. Le premier réacteur devant être installé à Penly, en Normandie, sur un site existant. En outre, il a annoncé, le lancement de six gros réacteurs et les études de huit autres EPR, ainsi que celles de petits réacteurs modulaires (SMR), dont un premier prototype devrait être prêt en 2030. Prenant en compte l'évolution prévisible des besoins, Empreinte 2050 envisage la mise en service d'ici à 2050 de vingt EPR2, sur des sites existants et sur un site supplémentaire en Méditerranée, et de douze SMR d'ici à 2044, le tout en lien avec le développement industriel. Ce plan climat prévoit la mise en service des six premiers EPR2 à Penly, Gravelines et Bugey.

De plus, pour assurer un nucléaire durable quant à l'accès au combustible et à la gestion des déchets, Empreinte 2050 prévoit de relancer le projet ASTRID pour une mise en service en 2042, à Marcoule, et une série de surgénérateurs refroidis au sodium après 2050.

Compte tenu de la forte relance de l'électronucléaire dans le monde, il est crucial d'optimiser l'utilisation du combustible nucléaire qui sinon

risque de venir à manquer avant la fin du siècle. De ce fait, la gestion du recyclage actuel de l'uranium doit intégrer cette perspective. Si la SNBC évoque la perspective d'un éventuel déploiement industriel d'un parc de réacteurs à neutrons rapides (RNR) dans la seconde moitié du XXI^e siècle, il n'y a pas de plan concret pour le déploiement des RNR dans les documents actuels.

La prévision gouvernementale de production nucléaire s'appuie sur un scénario de RTE, le gestionnaire du réseau de transport d'électricité en France, publié en 2022, qui bridait le nucléaire à 50 % de la production électrique du fait de la loi en vigueur à l'époque, en faisant dire à EDF que l'on ne pouvait pas aller au-delà de quatorze réacteurs. Propos démenti ensuite par le P-DG de l'entreprise, qui a dit que « *la filière pourrait faire ce que l'État lui demanderait, s'il lui en donnait les moyens* ».

Pour faire face à la nécessaire électrification des usages et parce que c'est de bonne politique industrielle, la durée d'exploitation des réacteurs actuels doit être allongée. Initialement prévus pour un fonctionnement de 40 ans, les réacteurs nucléaires peuvent être exploités plus longtemps. Cette durée initiale était basée sur les normes de conception et des attentes réglementaires d'époque. Avec les avancées technologiques et les améliorations continues en matière de maintenance et de sécurité, de nombreux réacteurs dans le monde ont vu leur durée de vie prolongée au-delà de cette période initiale. Aux États-Unis, six réacteurs ont d'ores et déjà obtenu une autorisation de fonctionnement jusqu'à 80 ans. La SNBC comme Empreinte 2050 prévoient que les réacteurs actuels puissent encore fonctionner après 50 ou 60 années d'exploitation.

“ Pour faire face à la nécessaire électrification des usages et parce que c'est de bonne politique industrielle, la durée d'exploitation des réacteurs actuels doit être allongée. Initialement prévus pour un fonctionnement de 40 ans, les réacteurs nucléaires peuvent être exploités plus longtemps. ”

La SNBC acte l'abandon des fermetures anticipées prévues par la loi de 2015 des réacteurs Bugey 2 et 3, Tricastin 1 et 2, Gravelines 1 et 2, Blayais 1 et 2, Cruas 1 et 2, Chinon B1 et B2. Précisément, Empreinte 2050 considère qu'il faut tabler sur une durée d'exploitation d'au moins 60 ans et que, pour répondre à la hausse de la demande, le prolongement de la durée d'exploitation de trente-quatre réacteurs nucléaires historiques jusqu'à 70 ans sera nécessaire.

DE L'AMBITION POUR RÉPONDRE AUX BESOINS

Empreinte 2050 prévoit pour 2050 une capacité nucléaire installée de 83 GW et une production de 593 TWh, dont à peu près la moitié sera assurée par le nouveau nucléaire. Cette pro-

“ La prévision gouvernementale de production nucléaire s'appuie sur un scénario de RTE, publié en 2022, qui bridait le nucléaire à 50 % de la production électrique du fait de la loi en vigueur à l'époque. ”

duction nucléaire représenterait 55 % de la production électrique nécessaire, estimée à 1 075 TWh, le reste étant essentiellement fourni par l'éolien, le solaire et l'hydraulique.

Si les ratios prévus entre nucléaire et renouvelables sont proches dans la SNBC et Empreinte 2050, la différence porte sur l'estimation de la consommation électrique totale nécessaire.

Le niveau qui semble être considéré pour le SNBC3 correspond à un scénario haut, étudié par RTE en 2022, qui estime à 752 TWh le besoin de production nationale d'électricité en 2050.

Pour cette date, l'Académie des technologies estime le besoin électrique à 816 TWh, l'Académie des sciences à 840 TWh. L'ADEME, qui privilégie un scénario de stagnation, a tout de même étudié un scénario de forte demande, à 843 TWh. Ces prévisions supérieures à celles de RTE se justifient par la critique d'hypothèses restrictives (stock de biomasse, intermittence de l'éolien et du solaire, gain d'efficacité énergétique, carburants de synthèse, mobilité électrique...).

Rappelons qu'un éventuel surplus

en capacité de production pourrait se gérer sans trop de difficultés contrairement à une pénurie qui aurait, elle, des conséquences dramatiques sur le mode de vie et l'activité économique du pays. De plus, le manque d'anticipation pourrait signifier l'échec de l'atteinte de la neutralité carbone. Empreinte 2050 se situe au-dessus de toutes ces prévisions (à l'exception de celle de l'aérien, qui a identifié l'enjeu dans son secteur).

Empreinte 2050 vise à assurer la neutralité carbone tout en permettant l'amélioration de la vie de l'immense majorité de nos concitoyennes et concitoyens et la réduction des inégalités. Se déplacer mieux, être bien logé et bien chauffé, avoir accès à des produits locaux de haute qualité et durables, manger sain et à sa faim, travailler mieux et moins sans craindre le chômage, la précarité ou la pauvreté... Avec Empreinte 2050 la neutralité carbone des jours heureux est possible. Ce plan, qui n'est pas une simple prévision, s'inscrit dans la perspective d'un changement de société en matière de justice sociale, de services publics, de solidarité internationale, aussi bien que comme condition de sa réalisation en matière de maîtrise publique, de financement, de réindustrialisation et de démocratie.

CONCLUSION

D'ici à 2035, les niveaux de production nucléaire prévus dans la PPE3 et dans Empreinte 2050 ne divergent pas, car le nouveau nucléaire ne pourra arriver qu'après. Mais la SNBC3 doit afficher une ambition plus élevée pour 2050 afin que la politique industrielle, de financement et de formation se mette en ordre de route et pour permettre d'éviter de nouveaux retards pénalisants. Le lancement des premiers réacteurs EPR2 doit être confirmé au plus tôt.

La relance d'ASTRID et la préparation d'une série de surgénérateurs pour la seconde moitié du siècle sont aussi indispensables pour éviter une pénurie d'uranium dramatique avant la fin du siècle. ■

*SERGE VIDAL, ancien ingénieur-chercheur à EDF, est membre du comité de rédaction de *Progressistes*.

DÉFIS ET RISQUES DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE POUR LES TRANSPORTS MARITIMES

La France possède et maîtrise la propulsion nucléaire de ses sous-marins d'attaque, sous-marins lanceurs d'engins, porte-avions. Fort de ce constat, la propulsion nucléaire des bâtiments de marine marchande est parfois proposée comme solution pour réduire la dépendance aux combustibles fossiles et pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre. Cependant, une utilisation généralisée dans les transports maritimes civils de la propulsion nucléaire est-elle pertinente ?

PAR SANDRA BRISSON*

FORMATION ET SUIVI DU PERSONNEL NAVIGANT

Un des aspects cruciaux de la propulsion nucléaire civile est la formation du personnel navigant. Manipuler et surveiller un réacteur nucléaire requiert des compétences spécialisées et une formation rigoureuse. Les membres d'équipage doivent être formés non seulement à l'exploitation quotidienne du réacteur, mais aussi à la gestion des situations d'urgence. Cette formation doit inclure une connaissance approfondie des principes de sûreté nucléaire, de la radioprotection et des procédures à appliquer en cas d'incident ou d'accident. En outre, la formation continue est essentielle pour maintenir un haut niveau de compétence et de préparation parmi l'équipage.

Très concrètement, être travailler du nucléaire en France, c'est :

1. Être médicalement apte. À effet de contrôle, des tests poussés (spirométrie, par exemple) et des analyses sont régulièrement effectués : état des cristallins, prélèvements d'urine, etc.
2. Être certifié CEFRI (certificat d'entreprises pour la formation et le suivi du personnel sous rayonnement ioni-

“ Les membres d'équipage doivent être formés non seulement à l'exploitation quotidienne du réacteur, mais aussi à la gestion des situations d'urgence. En outre, la formation continue est essentielle pour maintenir un haut niveau de compétence et de préparation parmi l'équipage. ”



Le transport maritime actuel repose quasi exclusivement sur l'utilisation du fioul.

sant). Pour obtenir cette certification, la bonne compréhension des rayons ionisants est nécessaire, et leur dangerosité doit être comprise ; les bases de la radioprotection doivent être elles aussi acquises, avec la bonne lecture des pictogrammes spécifiques. Les accidents nucléaires sont passés en revue pour en retirer un retour d'expérience complet, des principes de définition des réacteurs nucléaires jusqu'au comportement interrogatif à garder en toutes situations, même celles qui peuvent sembler les plus banales. À la fin de cette étape, les travailleurs sont mis en situation et notés également sur leur comportement lorsqu'ils portent leur APVR (appareil de protection respiratoire), leurs gants, leur combinaison (Tyvek, Moruroa...). Les travailleurs passent enfin un examen théorique et ne

peuvent travailler en zone s'ils ne le réussissent pas.

3. Avoir un suivi dosimétrique actif et passif. Les dosimètres doivent régulièrement être recueillis et analysés. Le résultat de ces analyses est communiqué périodiquement à l'employeur et au travailleur de façon à s'assurer qu'à aucun moment la santé du travailleur ne soit mise en danger.

Voilà ce que sont les standards de l'industrie du nucléaire en France pour la protection des travailleurs, des installations ainsi que celle de l'environnement.

Ensuite vient la formation à la conduite de réacteur et à sa maintenance. Le conducteur ou la conductrice du bloc nucléaire joue un rôle crucial dans l'exploitation sûre du réacteur, supervise et contrôle le fonctionne-

ment de l'installation pour garantir non seulement la sécurité, mais aussi sa performance. Il ou elle doit gérer les situations d'urgence, mettre en œuvre les procédures de sécurité appropriées, effectuer des rondes régulières pour inspecter l'état des équipements afin de détecter toute anomalie, réaliser des tests et des analyses pour assurer le bon fonctionnement des systèmes, documenter les opérations et maintenir les registres à jour conformément aux réglementations, et collaborer avec les techniciens et ingénieurs responsables de la conception.

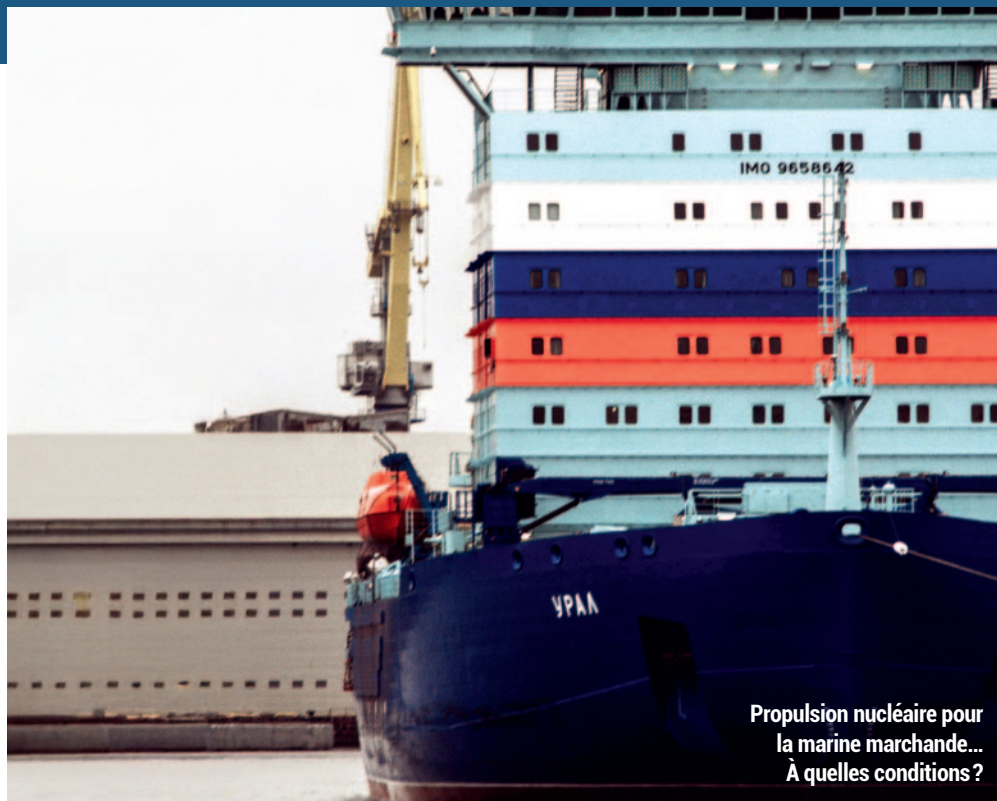
Toujours en France, ce type d'emploi est accessible sous condition d'avoir une licence professionnelle en radioprotection et sécurité nucléaire, un diplôme d'ingénieur en génie nucléaire ou un master en physique nucléaire. Il faut y ajouter des certifications spécifiques comme le certificat de formation ADR, spécialisation classe 7 (matières radioactives), et bien sûr beaucoup de qualités humaines propres à la vie à bord d'un bateau.

UNE PROBLÉMATIQUE

Interrogeons-nous à présent sur les standards sociaux aujourd'hui couramment appliqués dans la marine marchande internationale et sur la rigueur de la maintenance des équipements maritimes. Sommes-nous certains de la formation continue des équipages dans les bateaux sous pavillon de complaisance? Les normes sociales et les normes environnementales sont-elles respectées?

Les défis techniques

La technologie de propulsion nucléaire est complexe et nécessite une expertise considérable pour être développée et mise en œuvre. Les réacteurs nucléaires doivent être conçus de manière à garantir leur sécurité et leur fiabilité, ce qui implique des coûts de recherche et de développement élevés. De plus, l'entretien et la maintenance des réacteurs nucléaires sont coûteux et nécessitent du personnel hautement qualifié. Les infrastructures de support, telles que les installations de stockage dans les ports des éléments combustibles irradiés et des outillages associés, ajoutent encore aux coûts et à la com-



Propulsion nucléaire pour la marine marchande...
À quelles conditions?

plexité. Dans les conditions d'exploitation actuelles, quel armateur acceptera de supporter ces coûts?

Les enjeux économiques

Le coût élevé du développement, de la construction et de la maintenance des réacteurs nucléaires rend la propulsion nucléaire civile économiquement non viable. Les investissements nécessaires pour garantir la sécurité et la fiabilité des réacteurs sont énormes, et il est peu probable que les bénéfices économiques compensent ces coûts. De plus, ne négligeons pas les coûts de gestion des déchets nucléaires et de démantèlement des réacteurs en fin de vie, qui ajoutent encore à la charge financière. Le cycle du combustible doit s'appréhender dans son intégralité, en attendant la mise au point de la filière des surgénérateurs qui nous permettra de le boucler.

Les préoccupations de sécurité

Lorsqu'il s'agit de propulsion nucléaire, la sécurité apparaît d'emblée comme une préoccupation majeure. Les réacteurs nucléaires et les matières radioactives sont des cibles potentielles pour des attaques terroristes et/ou des sabotages. Nous ne sommes plus

“ En dépit des avantages potentiels de la propulsion nucléaire, les nombreux défis et risques associés à cette technologie la rendent inadaptée pour une utilisation dans les transports civils. ”

“ Sommes-nous certains de la formation continue des équipages dans les bateaux sous pavillon de complaisance? Les normes sociales ainsi que les normes environnementales sont-elles respectées? ”

sur des navires militaires dont les fonctions sont d'être furtif, de se défendre ou d'attaquer. S'agissant de marine marchande donc, des réglementations internationales strictes et des mesures de contrôle seraient nécessaires pour prévenir de telles menaces; elles ajouteront complexité et coûts supplémentaires.

CONCLUSION

En dépit des avantages potentiels de la propulsion nucléaire, les nombreux défis et risques associés à cette technologie la rendent inadaptée pour une utilisation dans les transports civils. Les risques environnementaux et pour la santé humaine, les défis techniques, les enjeux économiques et les préoccupations de sûreté sont autant de facteurs qui militent contre cette option.

Alors que nous reste-t-il? Des porte-conteneurs à voile, ce serait poétique. Ou, plus prosaïquement, arrêter de consommer des biens inutiles importés de pays où les normes sociales sont moins rigoureuses qu'en Europe et relocaliser la production des biens qui nous sont nécessaires. ■

*SANDRA BRISSON est ingénieure propulsion nucléaire.

4 N°
PAR AN



UNE REVUE AVEC DES IDÉES D'AVANCE!



revue-progressistes.org • Tél. : 01 40 40 13 41 • mail : revue.progressistes@gmail.com

Pour consulter tous les articles de *Progressistes* en ligne ou pour télécharger la revue gratuitement



■ ÉCHECS

« Je pense que les échecs classiques vont progressivement disparaître au plus haut niveau. Il n'est pas réaliste de s'attendre à ce que les gens regardent des parties longues avec un grand intérêt. J'aimerais voir plus de Chess 960 », MAGNUS CARLSEN, numéro un mondial.

Échecs classiques contre *freechess*, ou le retour d'Œdipe

PAR TAYLAN COSKUN*

Œdipe c'est ce héros tragique de la mythologie grecque qui se serait distingué par son intelligence hors du commun en résolvant l'énigme du monstre Sphinx. Le destin s'acharna ensuite contre ce génie qui, au détour des circonstances, tua son père et épousa sa mère. Il s'en est crevé les yeux et, aveugle, finit sa vie dans la misère après avoir erré de par le monde.

Dans un précédent article, nous décrivions comment l'État-Unien Robert James Fischer avait essayé d'éradiquer l'école soviétique, à laquelle il devait pourtant son éducation échiquéenne. Il avait défait un par un les meilleurs représentants de cette école pour devenir champion du monde. Après avoir réalisé cet exploit, tel un Œdipe des temps modernes, il erra, à travers le monde et finit sa vie dans la misère et la folie. Mais cela non sans avoir accompli un dernier acte de rébellion, cette fois-ci dirigé contre le jeu lui-même, qu'il estimait dépassé.

Selon lui, la théorie des ouvertures, l'assistance des ordinateurs et la préparation en équipe des joueurs de haut niveau avaient fini par étouffer toute créativité et transformé le jeu en une récitation mécanique de savoirs acquis ailleurs que devant l'échiquier. Ainsi, dans les échecs modernes, on avait à faire désormais à une démonstration de mémoire qui n'est qu'une singerie savante. Le jeu de combat chevaleresque de deux esprits avait disparu. Le noble art n'était plus. Contre cette évolution, Fischer proposait de changer radicalement le jeu : il suffisait pour cela

tirer au sort l'emplacement de départ des pièces – d'où une première appellation de *Fischer Random* –, tout en appliquant les mêmes règles de déplacement, avec quelques petites modifications touchant notamment le roque. Et nous avons ainsi 960 positions possibles pour commencer à jouer une partie. Imprévisibles et déconcertants ainsi modifiés, les échecs reprendraient leur fraîcheur du temps où il fallait montrer son habileté sans le recours d'aucune assistance ni d'aucune préparation. Avec cette astucieuse solution, il fallait oublier, dès le début, toute connaissance apprise par cœur sur les centaines de schémas d'ouvertures (espagnole, sicilienne, Grünfeld, est-indienne et autres Caro-Kann...) éprouvées par des générations de joueurs. Il faut accepter de se jeter, sans aucune aide extérieure, dans un océan d'incertitudes et nager par ses propres moyens. Ainsi, Fischer se proposait tranquillement de tuer le jeu, pour en faire émerger un autre. Cette douce tentative d'assassinat est restée sans effets véritables pendant quelques décennies. Il a fallu attendre jusqu'à nos jours pour qu'un autre Œdipe prenne ce travail de destruction créative laissé en plan par Fischer. Récemment, Magnus Carlsen, avec ses dix-sept titres de champion du monde toutes catégories et toutes cadences confondues, est entré en guerre contre la Fédération internationale des échecs (FIDE). Il se propose ni plus ni moins de quitter cette fédération et d'en créer une nouvelle, dédiée aux échecs 960. Il s'appuie pour cela sur la fortune d'un mécène allemand, qui es-

père l'éventuel surgissement d'un engouement rentable pour une version plus spectaculaire de ce jeu millénaire.

Le conflit entre Carlsen et la FIDE s'est révélé à l'occasion d'un problème de *dress code* : Magnus Carlsen a été sanctionné par les autorités pour s'être présenté à une compétition en jean. Cela lui a fourni le prétexte de quitter le tournoi avec fracas et de rompre avec la FIDE.

En ce début d'année, juste après le prestigieux tournoi de Tata Steel, Carlsen a lancé un circuit de tournois d'échecs 960, rebaptisé « *freestyle chess* » ; il s'agit de *Freestyle Chess Slam Tour*, où même le code vestimentaire est libre : on a pu voir devant les échiquiers des attifements exubérants. Un florilège des meilleurs joueurs du monde avait préféré la nouvelle formule aux tournois classiques de la FIDE. Il y a eu

une opération marketing d'envergure qui a suscité de l'intérêt, même si elle n'a pas amené tout le monde à abandonner le style sobre et vieux jeu pour entrer définitivement dans le monde du *freestyle chess*, merveilleusement woke.

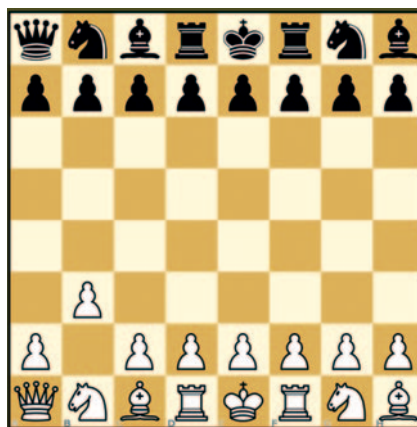
Le doute sur cette discipline est permis, notamment parce qu'il est aujourd'hui plutôt difficile à jouer en cadence rapide (en moins d'une heure), ce qui est gage de spectacle. L'avenir est peut-être à un mélange des deux : cadence lente pour les échecs 960, cadence rapide pour les échecs classiques. Le temps dira si ce nouveau complexe d'Œdipe réussit là où tant d'autres se sont cassé les dents : en finir avec le Sphinx, ce jeu infernal et patriarcal qui porte si bien son nom, les échecs ! ■

*TAYLAN COSKUN est membre du comité de rédaction de *Progressistes*.

À VOUS DE JOUER :

Voici une partie de *freestyle* entre Hikaru Nakamura (Blancs) et Magnus Carlsen.

Que joueriez-vous avec les Noirs ? Carlsen propose dès le premier coup un sacrifice spectaculaire, qui ne gagne pas mais montre à quel point le *freestyle* peut être ludique !



Solution :

1 ... - g5, le Fou s'offre à la Dame blanche, qui ne peut le prendre sous peine d'être capturée. Trouvez comment.

Réponse : si 2 D×F - Cf6 ; 3 Dg7 - Tg8 ; 4 Dh6 - d5 ; 5 f4 - Tg6, et la Dame est perdue ! Nakamura a sagement évité cette variante torve et a bloqué l'attaque du Fou sur la Dame par d4.

LES RAISONS DE LA COLÈRE



Micro-trottoir réalisé par le comité de rédaction de *Progressistes* le 7 mars 2025.

Après l'effet de sidération provoquée par les mesures de Donald Trump à l'encontre du monde de la recherche scientifique, des femmes et des hommes toutes spécialités confondues se sont mobilisés le 7 mars 2025 pour manifester leur colère et leur opposition à des décisions qui fragilisent la recherche et la coopération entre les communautés scientifiques au niveau international.

Nous avons rencontré des manifestants et recueilli à chaud leurs réactions. Tous disent clairement que, si la colère est forte, ils ne sont pas là juste contre ce qui est annoncé aux États-Unis. Le parallèle est fait entre les restrictions budgétaires en France et les restrictions des libertés académiques aux États-Unis induites par la suppression des budgets de la recherche et les licenciements massifs : réduire les budgets, c'est réduire les champs de la recherche, une forme de captation des libertés à produire et à diffuser des connaissances.

Certains insistent sur ceci qu'il ne faut pas circonscrire la protestation à la défense des seuls intérêts des scientifiques. En effet, censurer la production du savoir et couper les fonds de la recherche affectent la société dans son entier, et pas seulement les chercheurs.

Un autre va plus loin dans son analyse et son ressenti : « À ceux qui ont des aspirations démocratiques la science fournit des informations robustes qui aident à débattre et à prendre des décisions. Saper la recherche et l'enseignement supérieur, c'est saper en partie la démocratie, produire de l'ignorance car il y a sélection en amont des sujets. Cela obscurcit d'autres sujets, tels que les inégalités, les discriminations, le climat, la santé, etc. Ce n'est pas qu'une réduction budgétaire libérale, c'est une action idéologique qui vise à façonner les esprits et à cacher les sujets sensibles. »

Plus loin, une jeune postdoc en blouse blanche de l'Institut Pasteur aborde le thème des publications scientifiques et se dit inquiète d'une possible restriction des libertés en cas de non-conformité avec la ligne éditoriale des magazines scientifiques qui pratiqueraient l'autocensure pour continuer à exister.

Un chercheur en sciences sociales rappelle que la France n'est pas étrangère au mouvement contre le wokisme, à l'image des États-Unis, et aspire à ce que la liberté académique soit respectée sur toute la planète. Il en appelle, comme ces milliers de manifestants, à la résistance contre l'obscurantisme et la régression à l'œuvre dans nos politiques publiques et déclare : « On n'est pas là seulement en soutien à nos collègues américains, on est là aussi pour prévenir notre gouvernement qu'on ne laissera pas faire. Il faut une convergence de toutes les luttes. » ■

Haro sur la recherche scientifique



Nombreux sont ceux qui s'inquiètent à juste titre des mesures prises par Donald Trump à l'encontre des communautés scientifiques. Après s'être retiré de l'accord de Paris sur le climat, Trump sacrifie tout ce qui fait coopération entre les États : remise en cause de l'OMS, de l'USAID, de la coopération internationale en matière de recherche scientifique, et la liste n'est pas exhaustive. Pourtant, comme le souligne Sylvestre Huet dans *le Monde* du 3 mars 2025, « Cette coopération fonctionne à l'inverse de la concurrence capitaliste ou entre pays. Elle ne fait pas de perdants, mais que des gagnants. Partager la connais-

sance et la recherche enrichit tous les participants et n'appauvrit aucun d'entre eux car rien n'est perdu ni diminué dans cet échange ».

En matière scientifique, les premiers impactés par ces mesures brutales sont les postdoc, jeunes chercheurs confrontés au gel des budgets de la recherche. Sans statut de titulaires, sans postes, ils subissent une violente vague de licenciements. En France, et en Europe, des voix s'élèvent contre cette purge sans précédent et proposent l'asile académique à ces jeunes chercheurs dont l'avenir semble compromis par la seule volonté d'un homme pour qui tout ce qui est produit intellectuellement doit se conformer à son idéologie et se traduire en dollars.

Assisterons-nous à une vague d'immigrés scientifiques états-uniens en Europe ? Accepterons-nous de nous voir imposer une ligne pro-business des sciences qui impactera la qualité de la coopération internationale ? L'avenir proche nous le dira.

« Trump dessine précisément le paysage des thématiques ou des objets ou du réel qu'il ne veut pas voir. On est dans ce qu'on appelle la production d'ignorance », concluait le sociologue Michel Dubois sur France Culture (« Les matins du samedi ») le 22 février 2025. ■

L'industrie française, une amorce en trompe-l'œil ?

Dans un éditorial des *Échos*, Laurent Champaney, directeur de l'École nationale supérieure des arts et métiers, fait l'éloge du savoir-faire de l'industrie française à partir du salon Global Industrie qui s'est tenu à Paris du 20 mars au 2 avril 2025. « Les stands de Global Industrie débordent de robots, de cobots, de machines-outils, de capteurs, de systèmes experts et de solutions extrêmement bien mises en



« valeur », affirme-t-il, allant à contre-courant du défaitisme ambiant. La communication a mis ses habits du dimanche dans ce salon auquel ont été associés des artistes appelés à

enjoliver le spectacle de notre appareil productif version 5.0. La décarbonation, la numérisation, la féminisation des métiers et l'attractivité des métiers industriels ont ponctué les débats et les bilans souvent gonflés d'autosatisfaction et de présentations spectaculaires. On pourra dire pourtant, avec tout le respect qu'on doit au monde du travail de l'industrie farci de compétences réelles et efficaces, « peut mieux faire », tant les besoins de réindustrialisation du pays sont immenses. En trois décennies, la France a perdu quelque 2 millions d'emplois dans le secteur, et la relance est particulièrement timide, avec 0,5 % de progression en résultats depuis 2023 et une pression toujours ravageuse des repreneurs-liquidateurs venus souvent d'outre-Atlantique. ■

Historique!



Les temps changent, disait le poète Bob Dylan au début des années 1960. Et cela reste une bonne nouvelle. L'Académie des sciences se réjouit d'accueillir dès 2025 dix-huit nouveaux membres, scientifiques d'exception et figures de proue dans leurs disciplines respectives. Il est à souligner que pour la première fois depuis sa création, en 1666, une majorité de femmes a été élue au sein d'une promotion. Ce symbole fort marque une

avancée significative vers une meilleure représentativité des femmes dans tous les champs de la recherche et de l'innovation.

Autre annonce majeure : l'astrophysicienne Françoise Combes a été élue présidente de l'Académie des sciences pour la période 2025-2026. Précédemment vice-présidente, elle succède à Alain Fischer et devient la deuxième femme à présider cette illustre institution, après la biochimiste Marianne Grunberg-Manago il y a près de trente ans. ■

Trump veut-il scalper le spatial européen?



Dans un entretien au journal *le Monde* (mars 2025), Lionel Suchet, P-DG du CNES constate que « l'arrivée de Trump et de Musk pourrait compromettre des projets entre États-Unis et Europe ». La NASA n'échappe pas au vent de licenciements, voire de liquidation de l'institution publique états-unienne au profit des ambitions privées d'Elon Musk. C'est ainsi que Jared Isaacman, premier astronaute privé à avoir fait une sortie dans l'espace, depuis

un vaisseau du multimilliardaire, a été imposé à la tête d'une administration qui risque de devenir un outil pour satisfaire les ambitions du patron de SpaceX. Les projets et les contacts avec les instances européennes sont donc sérieusement perturbés. La liste des mauvaises nouvelles s'allonge ; parmi elles, la désorbitation de l'ISS (la Station spatiale internationale) envisagée pour 2027. Il reste que l'Europe a, malgré tout, les moyens de développer une stratégie propre, même si son niveau de budget n'a rien à voir avec celui des États-Unis (12 milliards face à 70 milliards de dollars). Selon Lionel Suchet, elle aurait les moyens de sécuriser ses satellites et devrait développer des projets ne devant pas rentrer dans le cadre de simples duplications, que ce soit en matière de défense ou en matière de conquête spatiale. La course à l'autonomie est donc lancée. ■

Le partage de l'eau toujours à la traîne



Aucun média n'a pu éviter de parler du contrôle de l'eau, d'une manière ou d'une autre. Il faut donc que la panique commence à sortir du puits pour que chacun arrive à se convaincre qu'on ne peut plus éviter de poser la question de son partage pour éviter que le monde devienne irrespirable. Audrey Garric et Léa Sanchez, journalistes au *Monde*, ont donné quelques éléments d'information et de réflexion intéressants. Elles rappellent un rapport de l'UNESCO : « 3,5 milliards de personnes

n'ont pas accès à des services d'assainissement sûrs et 2,2 milliards sont sans approvisionnement sûr », soit entre deux tiers et trois quarts de l'humanité manquent d'eau potable. Et le réchauffement climatique accélère cette tendance, sachant que les régions montagneuses fournissent, selon le même rapport, de 55 à 60 % des flux annuels d'eau douce dans le monde. Le bon traitement du sujet passe autant par une politique de maîtrise des flux que par une gouvernance qui exclue les égoïsmes claniques, d'où qu'ils viennent. Un sujet qui risque bien de faire encore couler beaucoup d'encre, mais qui mérite une action urgente et déterminée à la hauteur de l'enjeu. ■

EDF CHANGE DE PRISE

Le remplacement à la tête d'EDF de Luc Rémont par Bernard Fontana, qui a pris ses fonctions après approbation



de l'Assemblée nationale et du Sénat, indique une inflexion voulue par le président de la République

de la politique de la désormais société anonyme de production d'énergie qui compte 165 000 salariés, sa filiale Enedis en comptant plus de 40 000. Rappelons que l'État possède 100 % du capital de l'entreprise depuis 2023 et qu'elle occupe, depuis 2017, la troisième place mondiale parmi les entreprises de production d'électricité, China Energy Investment (Chine) et Enel (Italie).

Créée en 1946 sous la houlette de Marcel Paul, ministre communiste de la Production industrielle, EDF eut Pierre Villon, issu de la résistance communiste, pour premier P-DG. En 2004, sous la présidence de Jacques Chirac, la société fut privatisée, avec Jean-Bernard Lévy comme P-DG. On en connaît les conséquences inflationnistes sur les factures d'électricité des usagers, transformés en « clients ».

Bernard Fontana vient de Framatome, filiale d'EDF fournissant les cuves des réacteurs nucléaires EPR ; fort de cette expérience, il devrait, entre autres, propulser le développement du nouveau nucléaire. Selon les médias, Bernard Fontana veut s'attaquer aux « frais financiers » de l'entreprise qui plombent son activité. ■

L'AUTOMOBILE PÉDALE



Le bimensuel *Auto-Journal* a publié les chiffres des ventes de voitures. On y apprend qu'en 2025 le marché automobile français enregistre une baisse de 3,17 % par rapport à 2024 ; c'est

essentiellement dû à un tassement des immatriculations de voitures neuves. Cette évolution démontre que, malgré un harcèlement publicitaire sur les réseaux numériques et sur les chaînes de télévision, les classes populaires, préfèrent rester dans le circuit de l'occasion, de ce qui leur est accessible. Paradoxalement, le marché des vans et des véhicules de loisir se porte assez bien, avec une percée des véhicules Ford et Fiat. « Si l'année 2024 est la nouvelle norme [en matière de vente de voitures] après le processus de rattrapage en 2022 et 2023, il y aura un déficit de ventes de 400 000 à 500 000 véhicules en France, et 2,5 millions au niveau européen par rapport à la période pré-Covid. Cela risquerait de conduire à une accélération des restructurations qu'on observe déjà », analyse l'économiste Bernard Jullien de France Info. ■

SOYONS FERROVIPATHES



Geodis Calberson, anciennement Calberson puis Compagnie générale Calberson, est une entreprise de transport française en fret et en mes-

sagerie. Son réseau est souvent complété par celui de France Express et il est intégré au groupe Geodis. Il a réalisé 260 millions d'euros de bénéfices en 2023 et a distribué 15 millions de dividendes à ses actionnaires. Les personnels de l'unité de Gennevilliers ont entamé, en mars 2025, une grève de trois semaines qui a été suivie à 90 % du personnel. Résultat ? Une augmentation pour toutes et tous de 200 € bruts, la création d'une grille de salaires et de meilleures conditions de travail. Cette victoire arrachée dans cette filiale de la SNCF spécialisée dans la logistique du fret peut avoir un effet d'entraînement permettant à de nombreux travailleurs du secteur industriel d'envisager la lutte pour les salaires et les conditions de travail avec plus de confiance face à la voracité d'un patronat qui, comme le disent les ouvriers qui ont fêté leur victoire, « ne connaît pas le dialogue social et ne cède que lorsque les travailleurs s'unissent autour de leurs revendications ». ■



Les vidéos sont disponibles!

Pour revoir les vidéos des Rencontres Progressistes consacrés au plan climat Empreinte 2050, il suffit de vous rendre sur le site de la revue et laissez-vous guider.

Plus de 15 séances sont disponibles pour celles et ceux qui souhaitent approfondir leurs connaissances avec le concours des commissions thématiques du PCF et de personnalités du monde du travail ou de la science. Les thématiques sont diverses : école, transport, logement, agriculture, recherche, technologies, emplois industriels, équilibre du mix électrique, chantier du nouveau nucléaire, filières de l'acier et de la chimie, place du numérique, féminisme, financement, droits et pouvoir des salariés.

La première version du plan climat Empreintes 2050, dévoilée fin 2023, a été le point de départ d'une concertation que nous voulons la plus large possible pour débattre des orientations et propositions qu'il contient. Nous avons souhaité ouvrir 2025 par un grand cycle d'une trentaine de débats autour de questions spécifiques soulevées par Empreinte 2050. Porter à la connaissance du plus grand nombre les termes du débat autour du défi climatique et des solutions possibles, rendre compte des controverses, éclairer les nombreux

défis industriels, scientifiques, sociaux et politiques, telle est l'ambition de ce cycle, gage d'une discussion ouverte et de qualité.

Cette vidéothèque qui s'enrichit semaine après semaine vous permet de bénéficier de ces moments de débats en séance de rattrapage!

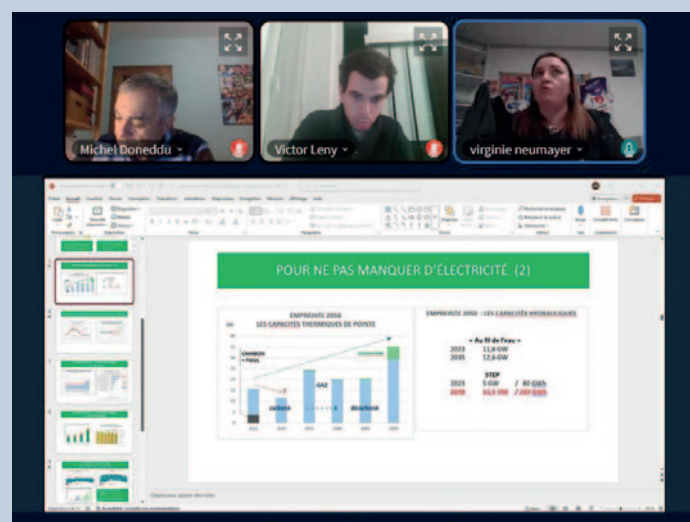
INFORMATIONS PRATIQUES

Les conférences se déroulent en physique au siège du PCF, place du Colonel-Fabien, à Paris, et/ou en visioconférence, selon indiqué pour chaque débat. **La participation physique aux conférences se fait sur inscription.**

À cet effet, merci d'envoyer un mail à ecologie@pcf.fr

Tous les renseignements, comme le lien pour se connecter aux visioconférences, l'accès aux vidéos des séances précédentes et les dates des prochaines Rencontres *Progressistes* sont indiqués sur le site revue-progressistes.org

Ajoutez le code QR ci-dessus dans votre courriel.



Captures d'écran : à gauche, la séance du 17 février 2025 sur les enjeux de la formation initiale et professionnelle, avec Sigrid Gérardin ; à droite, la séance sur l'équilibre du mix énergétique, avec Victor Leny et Virginie Neumayer. Les deux séances, parmi 15 autres vidéos, sont disponibles sur le site de la revue.

CYCLE EMPREINTE 2050 : UN PLAN CLIMAT EN DÉBAT(S) !
QUEL MIX ÉNERGÉTIQUE POUR AVOIR DE L'ÉNERGIE EN CONTINU ?

L'électrification des usages est un passage obligé pour décarboner l'ensemble des secteurs, ce qui nécessite un recours massif aux énergies décarbonées avec un mix nucléaire et renouvelable. Alors que le plan Empreinte2050 projette une accélération dans le déploiement de l'éolien et du solaire très ambitieux, comment assurer l'équilibre production/consumation à toute heure de l'année, indépendamment des aires météorologique ? Quel défi pour le stockage et les modes de consommation ?

Judi 27 FÉVRIER 19h
 visioconférence
<https://www.pcf.fr/tema-5ma-19h-27-02>

AVEC VALÉRIE GONCALVES, SYNDICALE EDF, MEMBRE DU CN DU PCF, & ANIMATRICE DE LA COMMISSION ÉNERGIE ET VICTOR LÉNY, MODÉLISATEUR DU PLAN CLIMAT

RENCONTRES Progressistes

CYCLE EMPREINTE 2050 : UN PLAN CLIMAT EN DÉBAT(S) !
PRODUIRE DE L'ACIER EN FRANCE : UN ENJEU STRATÉGIQUE POUR L'EMPLOI ET LE CLIMAT

L'acier est présent partout et essentiel pour nos infrastructures, équipements et biens de consommation nécessaires à la transition climatique. Face aux politiques de délocalisations de grandes multinationales comme Arcelor, et face au défi de la décarbonation de la production d'acier, comment réussir le défi climatique tout en combattant les logiques capitalistes de destruction de l'outil industriel ? Des spécialistes nous en parlent !

Judi 24 AVRIL 19h
 visioconférence

AVEC ESTEBAN EVRAUD, JOURNALISTE À LIBERTÉ ACTU ET SPÉCIALISTE DES QUESTIONS INDUSTRIELLES ET VICTOR LÉNY, INGÉNIEUR ET MODÉLISATEUR D'EMPREINTE 2050

RENCONTRES Progressistes
 Tous les rendez-vous sur : revue-progressistes.org

CYCLE EMPREINTE 2050 : UN PLAN CLIMAT EN DÉBAT(S) !
URGENCE CLIMATIQUE SOCIALE : QUELLE RÉORGANISATION ET QUELLE PROFONDEUR DE NOUVEAUX POUVOIRS ?

La transition écologique doit prendre en compte les transformations sociales, l'aménagement du territoire, le développement des services, qui passera obligatoirement par la réduction des inégalités. Pour répondre à ces grands sujets, l'importance donne un défi majeur.

Lundi 10 MARS 19h
 visioconférence
<https://www.pcf.fr/tema-5ma-19h-10-03>

AVEC MARIE CHRISTINE BURRICANI, RESPONSABLE DE LA COMMISSION QUARTIERS POPULAIRES DU PCF ET STÉPHANE BONNIER, PROFESSEUR DES UNIVERSITÉS

RENCONTRES Progressistes
 Tous les rendez-vous sur : revue-progressistes.org

Les vidéos des Rencontres Progressistes sont à retrouver sur revue-progressistes.org

CYCLE EMPREINTE 2050 : UN PLAN CLIMAT EN DÉBAT(S) !
LE NUMÉRIQUE EST-IL DEVENU INSOUTENABLE POUR L'ENVIRONNEMENT ? QUE PEUT-ON FAIRE ?

Le monde du XXIe siècle repose sur le développement des technologies numériques. Mais plus ses apparences de virtuelité, la cyberstructure numérique mondiale consomme chaque année des milliers de tonnes de métaux, pour certains rares, et des gigawatts d'électricité. Le développement de l'IA n'alliant pas dans le sens de la sobriété, alors quel est le constat et quelles sont les perspectives de politiques publiques pour rendre compatible nos besoins en connectivité et l'impératif écologique ?

Mardi 06 MAI 19h
 visioconférence
<https://www.pcf.fr/tema-5ma-19h-06-05>

AVEC FLAVIEN RONTXET-JACQUET, INGÉNIEUR, REDACTEUR EN CHEF DE PROGRESSISTES ET MEMBRE DE LA COMMISSION NUMÉRIQUE DU PCF, ET BANDARDO-MERLE, MEMBRE DE L'ÉQUIPE DES RENCONTRES PROGRESSISTES

RENCONTRES Progressistes
 Tous les rendez-vous sur : revue-progressistes.org

CYCLE EMPREINTE 2050 : UN PLAN CLIMAT EN DÉBAT(S) !
QUELLE SÉCURITÉ D'EMPLOI ET DE FORMATION ET QUELS NOUVEAUX POUVOIRS EN ENTREPRISE POUR RÉUSSIR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ?

La transition écologique nécessite de nouvelles qualifications mises en œuvre dans une activité tournée vers la réponse aux besoins sociaux et environnementaux de ce double défi. Il est nécessaire d'une part d'anticiper l'évolution des emplois et formations et d'organiser le ré-emploi. C'est le sens de la proposition de « Sécurité de formation ». Pour tourner ces nouvelles qualifications ainsi que les moyens de vers une utilité sociale, les salariés doivent pouvoir intervenir dans les décisions des entreprises en coopération avec des institutions locales.

Mardi 1er AVRIL 19h
 visioconférence
<https://www.pcf.fr/tema-5ma-19h-01-04>

AVEC FRÉDÉRIC BOCCARA, RESPONSABLE DE LA COMMISSION ÉCONOMIE DU PCF ET FRÉDÉRIC MELLIER, CO-ANIMATEUR DE LA COMMISSION ENTREPRISE DU PCF

PROGRESSISTES
 Tous les rendez-vous sur : revue-progressistes.org

CYCLE EMPREINTE 2050 : UN PLAN CLIMAT EN DÉBAT(S) !
QUELS OUTILS INDUSTRIELS POUR LE CLIMAT ? QUELLE FILIÈRE AVEC QUEL SERVICE PUBLIC ?

La transition climatique suppose d'investir massivement dans une industrie décarbonée. Reconvertir des industries comme l'automobile ou le raffinage, développer ou redéployer des industries de base comme le nucléaire, les énergies renouvelables, les réseaux ou le ferroviaire. Convertir les industries massivement carbonées en les électrifiant : sidérurgie, verre, acier... autant de défis à la fois politiques et industriels qui appellent à la mise en place d'une planification sur le temps long.

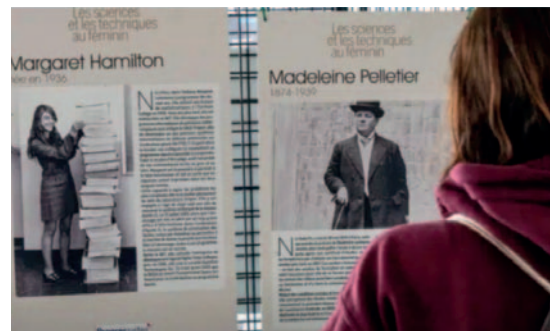
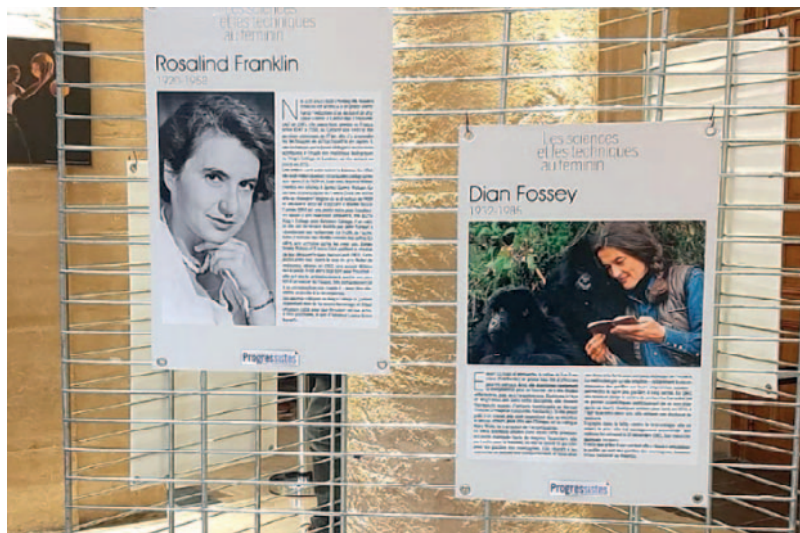
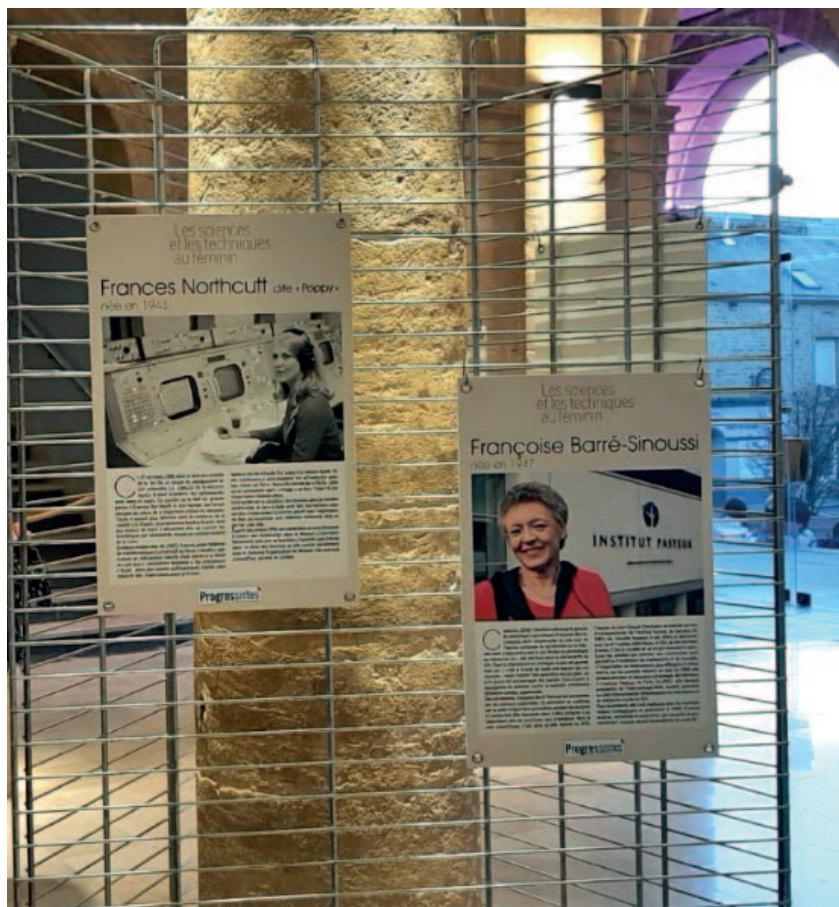
Judi 20 FÉVRIER 19h
 Présentiel + visio
 2 Pl. du Colonel Fabien, Paris 75019

AVEC AYMERIC SEASSAU, RESPONSABLE DE LA COMMISSION ENTREPRISES DU PCF ET JEAN-CHRISTOPHE FOURNEL, INGÉNIEUR DE LA FILIÈRE NUCLÉAIRE, MEMBRE DE L'ÉQUIPE PLAN CLIMAT

RENCONTRES Progressistes
 Tous les rendez-vous sur : revue-progressistes.org



L'image du numéro



Depuis dix ans maintenant, **Progressistes** met en avant des femmes qui ont joué un rôle décisif dans le développement des sciences et des techniques. Cette année encore, à l'occasion du 8 Mars, de la Journée internationale des droits des femmes, de nombreuses expositions ont permis au public de découvrir le parcours de ces femmes.

LES KEY LABS DU CNRS : la juste fureur des chercheurs

Sans grande surprise, Antoine Petit, président-directeur général du CNRS, a annoncé le 12 décembre 2024 son projet de distinguer environ 25 % des laboratoires du CNRS, jugés « de rang mondial », auxquels serait apporté un soutien renforcé. Donc les 75 % restants des laboratoires, d'unités mixtes de recherche, voire peut-être même les unités propres du CNRS, seraient amenés à dépérir faute de nouveaux recrutements et de moyens.

PAR GEOFFREY BODENHAUSEN*

Le dispositif envisagé prévoit de concentrer, à l'horizon de quelques années, une part des ressources humaines de l'organisme sensiblement plus importante qu'actuellement sur les laboratoires pompeusement nommés « CNRS *key labs* ». L'anglicisme est de mise, car cette approche n'a pas de place dans la tradition scientifique française. Il est étonnant, pour ne pas dire scandaleux, que le conseil scientifique du CNRS n'ait à aucun moment été consulté en amont de cette annonce. Le conseil scientifique s'oppose donc au projet qui lui a été présenté le 27 janvier 2025. Nous ne voudrions pas répéter ici les furieuses protestations, par ailleurs parfaitement justifiées, des chercheurs, des syndicats et des partis politiques. C'est à la fois la forme (le décret monarchique, qui rappelle les manœuvres du président de la République et des 49.3 à répétition de son gouvernement) et le contenu (la prétention de savoir comment trier le bon grain de l'ivraie) que nous contestons.

DES TÂTONNEMENTS À L'ARBITRAIRE

Car Antoine Petit ne nous dit pas comment il entend sélectionner les heureux élus. Dans son monde, il est inutile de l'expliquer, car cela va de soi. Il suffit de privilégier les laboratoires les plus éminents,

les plus réputés, les plus visibles, les plus dynamiques... Que sais-je encore ?

Voilà qui semble évident. Mais comment Antoine Petit va-t-il s'y prendre pour déterminer la réputation, la visibilité, le dynamisme des laboratoires ? Il y a trois options :

1. Soit regarder les classements de Shanghai, plus exactement l'Academic Ranking of World Universities (ARWU), ou d'autres concours de beauté dans le style du *Times Higher Educational Supplement*.
2. Soit la bibliométrie favorisée par le Web of Science, de Clarivate, Google Scholar ou d'autres moteurs de recherche.
3. Soit téléphoner à des présidents d'université, des doyens de facultés et des directeurs d'UMR pour se faire conseiller quant à

Dans le monde de M. Petit, il est inutile de l'expliquer, car cela va de soi. Il suffit de privilégier les laboratoires les plus éminents, les plus réputés, les plus visibles, les plus dynamiques... Que sais-je encore ?

savoir qui mérite d'être soutenu et qui devrait être lâché en rase campagne. Or toutes ces méthodes sont hautement contestables pour différentes raisons. Ainsi, la bibliométrie montre certes que certains chercheurs sont plus souvent cités¹ que d'autres, mais échoue à analyser pourquoi. Certains domaines sont à la mode. À l'inverse, certaines activités de recherche



essentielles sont invisibilisées à dessein. D'autres domaines regroupent un très grand nombre de chercheurs qui se citent abondamment les uns les autres. Par contre, certaines activités essentielles ne sont animées que par un très petit nombre d'acteurs.

POUR UNE AUTRE DÉMARCHÉ

Tout cela signifie qu'il est objectivement difficile de trouver des critères satisfaisants pour

Helmholtz Gemeinschaft, entre autres. Les États-Uniens ont (ou avaient ?) leur National Science Foundation, leurs National Institutes of Health, leur Department of Energy, etc. Certes, chaque agence a sa direction, et chaque direction peut faire des erreurs, mais pas toutes en même temps – sauf si ces acteurs sont tous mis au pas de manière abrupte, comme cela semble être le cas ces jours-ci. Le problème du CNRS, c'est que son P-DG est nommé par le pouvoir politique et jouit d'une autorité excessive qui n'est que très partiellement encadrée par le Comité national, dont les compétences statutaires sont souvent bafouées. Il faudra fortifier la démocratie et le rôle des représentants et représentantes élues, en lieu et place des nominations par le pouvoir exécutif. C'est le seul moyen de veiller à ce que la richesse thématique et la diversité d'une recherche scientifique digne de ce nom soient mises à l'abri des velléités autoritaires des P-DG des organismes de recherche. ■

*GEOFFREY BODENHAUSEN est professeur émérite au département de chimie de l'École normale supérieure de Paris et professeur honoraire à l'École polytechnique fédérale de Lausanne.

1. « Cités », dans le jargon, signifie que les articles d'un scientifique sont mentionnés en référence bibliographique à la fin des articles de ses pairs. Voir « Le classement dévoyé des scientifiques les plus influents », *le Monde*, 18 mars 2025.

DISCOURS PRONONCÉ À L'ACADÉMIE DES SCIENCES LE 7 MAI 2024

Maurice Audin, un grand Français

Il est des hommes dont l'histoire individuelle se heurte à la grande. Maurice Audin est de ceux-là, lui le mathématicien militant progressiste de la cause algérienne en a payé le suprême prix. Mais son histoire ne s'arrête pas à un jour de juin 1957. L'abnégation de sa femme, de ses enfants, de la communauté mathématique a permis que la vérité sur sa disparition soit en partie faite, en 2018. Cédric Villani revient ici sur cette histoire, une histoire d'actualité à l'heure où les scientifiques sont encore attaqués, censurés par des régimes qui n'admettent pas leur engagement pour la cause de l'humanité.

PAR CÉDRIC VILLANI*

Un grand Français, c'est le sous-titre qui s'imposait à moi pour cet exposé à l'Institut de France, évoquant la mémoire d'un citoyen qui a défendu aux yeux du monde les valeurs de la France, jusqu'au sacrifice et contre l'État français lui-même.

Une vie brève, c'est le titre qu'a choisi ma collègue, la mathématicienne Michèle Audin, pour la biographie de son illustre père, Maurice.

Biographie en forme d'enquête minutieuse, en quête du souvenir fuyant, à la manière du *Dora Bruder* de Modiano, mais encore plus émouvante en ce que le sujet de l'enquête est son propre père, qu'elle n'a que si brièvement connu. Une vie brève, car Maurice Audin n'avait que vingt-cinq ans en ce jour de juin 1957 où il a succombé aux coups de l'armée française. Était-ce par

trois ans. Qui parle d'événements? C'est bien une guerre, même si les autorités françaises d'alors refusent obstinément de prononcer ce mot. Car à l'époque, et depuis la brutale conquête des années 1830, pour les gouvernements français successifs, l'Algérie, ce territoire beau, accueillant et fertile, c'est bien une partie de la France, avec ses treize départements.

DEVOIR DE LUCIDITÉ

L'histoire a accompli sa mission depuis. Des historiens, de part et d'autre de la Méditerranée, ont effectué un travail colossal pour recouper d'innombrables témoignages, éplucher registres et archives et dépeindre, à la fois en statistiques et en descriptions qualitatives, ce qu'était la réalité de ce monde colonial. De ce côté-ci de la Méditerranée, on pense à Benjamin Stora, Raphaëlle Branche, Sylvie Thénault, Fabrice Riceputi, Gilles



Maurice et Josette Audin en 1957.

Le collectif Bourbaki apporte des outils et concepts qui inspireront le monde entier.

balle? par poignard? à coups de poing? par strangulation? par électricité? ou pis, si j'ose dire? Nous ne le saurons peut-être jamais.

À cette époque, les événements d'Algérie durent depuis déjà

Manceron et d'autres; on pourra regarder le tout récent documentaire événement de Georges-Marc Benamou et Benjamin Stora *C'était la guerre d'Algérie*, et, pour rappel, un comité franco-algérien d'historiens coordonné

par Tramor Quemeneur est au travail en ce moment même. Et ce qui apparaît, étude après étude, dans ce miroir du passé, c'est bien cette Algérie coloniale où ceux et celles que l'on appelait alors « indigènes », ou « autochtones », ou « musulmans », ou

« Arabes », quelle que soit l'appellation commode qu'on leur donnait, étaient des citoyens de seconde classe, certes dotés de la nationalité française, mais sans les droits civiques qui auraient dû venir avec. Leurs moyens d'ascension sociale

étaient très limités, ils étaient soumis, même en temps de paix, à la violence habituelle de l'administration, à l'arbitraire permettant à un gouverneur d'incarcérer un opposant politique sans jugement ni procès, aux vexations ordinaires dans une société qui avait intégré un système de castes, de rangs – en tout cas deux catégories différentes de citoyens.

catégories de citoyens, qui nous semble aujourd'hui aussi absurde que le serait une preuve mathématique officiellement acceptée bien qu'erronée. La Liberté... sauf pour les autochtones. L'Égalité... sauf qu'il y avait deux catégories inégales de citoyens. La Fraternité... mais il était mal vu de laisser sa place dans le métro à certaines de nos sœurs.

La seule position politique intellectuellement cohérente avec les valeurs historiques de la France, à l'époque, c'est celle du Parti communiste algérien, partisan de l'autonomie.

Aux innombrables témoignages recueillis par les historiens à ce sujet, je vais en ajouter un, qui semblerait une anecdote et qui pour moi est précieux car il m'a été fait par un vétéran qui a connu cette Algérie d'avant la guerre d'Algérie, un vétéran qui était idéologiquement du bord colonialiste, intellectuel féru de Maurras et Boutang. Et, me raconta-t-il, quand il arriva en Algérie, tout jeune et pétri de certitudes sur l'Algérie française, et quand dans un autobus il laissa spontanément sa place assise à une vieille Algérienne, comme la politesse élémentaire le recommandait, les regards désapprobateurs des colons aussitôt braqués sur lui firent comprendre à l'instant que l'Algérie française n'était qu'un mythe destiné à s'écrouler. Et destiné à s'écrouler d'autant plus vite que la classe politique française aux manettes de l'Algérie, plus conservatrice que celle de la métropole, barrait systématiquement la route à toute tentative d'amélioration du statut civique des « autochtones ».

Quand on se replonge dans cette histoire, c'est simplement incompréhensible pour nous que la France, si fière d'être nation de droits des humains et de vérités mathématiques, ait pu accepter la monstruosité de cette construction étatique à deux

Comme le note Sylvie Thénault dans l'un de ses ouvrages consacrés aux détentions arbitraires dans l'Algérie coloniale, ces pratiques ont même reçu l'aval de notre Conseil d'État, jusqu'aux plus éminents juristes de l'époque, ceux qui ont promu la Déclaration des droits de l'homme dans le monde entier. Tant il est vrai que les grands idéaux se retrouvent aliénés à la rudesse du quotidien, dans une schizophrénie humaine habituelle, hier comme aujourd'hui, dans bien des endroits du monde, hélas !

La seule position politique intellectuellement cohérente avec les valeurs historiques de la France, à l'époque, c'est celle du Parti communiste algérien, partisan de l'autonomie. Et c'est peut-être ce qui le rend d'autant plus dangereux aux yeux du pouvoir français de l'époque, qui l'interdit dès 1955, et qui va œuvrer ensuite à décapiter ce mouvement devenu clandestin. C'est là que nous retrouvons Maurice.

JEUNE HOMME À LA TAILLE DE LA RÉALITÉ

Né en 1932 dans une famille modeste, avec des ascendances lyonnaises et italiennes, Maurice Audin est le fils d'un militaire, en poste en Tunisie puis en Algérie. Il suit l'école militaire, juste assez pour comprendre que ce

n'est pas là sa vocation. Il aime la culture, la poésie, la fraternité entre les peuples, et les sciences mathématiques – toutes disciplines dans lesquelles la France est mondialement célèbre depuis des siècles. Il lit Paul Éluard comme le poète turc Nazim Hikmet, il discute avec les grands mathématiciens de son temps, comme René de Possel, dont il devient assistant, ou Laurent Schwartz, tout auréolé de sa médaille Fields, ou encore le grand Henri Cartan.

La médaille Fields de Schwartz en témoigne : cet après-guerre est une époque florissante pour la mathématique française. Voilà une génération que la communauté reprend de la vigueur après le bain de sang de la Première Guerre mondiale, qui a décapité une génération d'intellectuels. Faut-il rappeler qu'avant cette gigantesque boucherie la France et l'Allemagne étaient, de très loin, les deux plus grandes nations de mathématique au monde ? Mais dans l'après-guerre, après quelques années d'un honteux boycott à l'encontre des scientifiques alle-

Maurice Audin est donc ce jeune Français qui fait honneur à la science et à la culture française, et qui de surcroît applique à sa vision du monde les mêmes grilles d'idéalisme et de rigueur qu'à sa pratique scientifique. On aimerait croire que les mathématiciens y sont enclins, mais l'expérience nous a montré par bien des exemples que l'on retrouve chez les meilleurs scientifiques toute la palette de comportements face à l'injustice et à l'arbitraire, depuis le plus grand héroïsme jusqu'à la plus grande lâcheté, depuis le plus grand aveuglement jusqu'à la plus grande lucidité. À tout le moins, ceux qui, comme Maurice, sont alignés dans leurs valeurs y puisent certainement une grande force. Laurent Schwartz était de ceux-là. Maurice Audin était de ceux-là, et lui savait qu'il mettait littéralement sa vie en danger en continuant à suivre ses idéaux. C'est l'époque où les appels viennent de métropole pour réprimer la contestation dans le sang. Face à la politique d'interdiction et de censure, la contestation du pouvoir colonial

Le matin du 11 juin 1957, il est arrêté à son domicile et n'y reviendra jamais. À sa femme, Josette, ses derniers mots ont été : « Occupe-toi des enfants. »

mands, la fertilisation croisée entre France et Allemagne a joué à fond. Le collectif Bourbaki apporte des outils et concepts qui inspireront le monde entier. L'analyse mathématique se structure, emprunte des outils à l'algèbre, donne un cadre de pensée et un langage renouvelés à la physique mathématique. Et même si, dans l'enthousiasme de la conquête intellectuelle, on place un peu trop d'espoirs dans ces techniques, c'est un chapitre élégant et majeur de l'histoire des sciences qui est en train de s'écrire. Maurice Audin y fera sa thèse, travaillant à la théorie des équations fonctionnelles linéaires, dans les pas de Schwartz et de De Possel.

s'est radicalisée, et les autorités choisissent la surenchère. Soumis à un lavage de cerveau en règle, dans un système voulu par le pouvoir, autorisant toutes les violations du droit de la paix comme de la guerre, tant de ces jeunes appelés apprennent à considérer les indigènes comme des animaux méprisables, à les jeter des hélicoptères, à les torturer à l'eau, à l'électricité, y compris des enfants, et tout cela dans une ambiance de non-dit qui a été longuement analysée et documentée par Raphaëlle Branche dans son grand essai *Papa, qu'as-tu fait en Algérie ?* Dans ces moments où la mort rôde, il aurait été si facile à Maurice Audin de juste fermer les ►

■ HOMMAGE

► yeux, s'abstenir, se préserver, lui et sa famille, et se reposer sur son statut d'intellectuel promis à une belle carrière, protégé par les mathématiciens les plus influents de son temps. Mais cela, il ne le pouvait pas. Fidèle à ses idéaux, bien plus français à cette heure que la République française, il apporte son soutien aux journaux indépendantistes, cache des chefs politiques interdits. C'est à son domicile que l'on soigne en cachette un dirigeant du Parti, et c'est ainsi que l'armée française obtiendra, par usage de la torture, sa dénonciation.

Le matin du 11 juin 1957, il est arrêté à son domicile et n'y reviendra jamais. À sa femme, Josette, ses derniers mots ont été : « *Occupe-toi des enfants.* » Peu après, en détention, à son ami le journaliste et historien Henri Alleg, torturé comme lui, il dira ces simples mots : « *C'est dur.* »

Le reste est perdu dans les profondeurs des souvenirs qui se taisent. Pour l'armée française, il s'est évadé : cette version ne mériterait qu'un grand éclat de rire, si cela n'était pas si dramatique. Le lieutenant Charbonnier, impliqué dans sa torture et dans cette risible excuse, sera fait officier de la Légion d'honneur – cette Légion d'honneur que plus tard la fille de Maurice Audin refusera. Et la grande chape de plomb de l'État se referme sur la mort de Maurice Audin, comme sur celle de milliers de disparus, dans un climat destructeur où toutes nos institutions sont chamboulées.

On ne peut imaginer, dans notre confort feutré, la violence qui était partout, au niveau de l'État, à l'intérieur même des familles. Quand Josette Audin, aux abois, retrouve son propre père, non

MAURICE AUDIN, LE CRIME D'ÉTAT RECONNU PAR LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE

l'Humanité

LE JOURNAL FONDÉ PAR JEAN JAURÈS



ENFIN !

Une de l'Humanité du 13 septembre 2018.

seulement il ne lui apporte aucun soutien, mais encore il lui dit : « *J'irai danser sur la tombe de*

ton mari. » Josette ne se laissera jamais démonter, elle fera front et, tout le restant de sa vie désormais, elle bravera la violence en son nom et en celui de son mari disparu.

Ceux qui la soutiennent, ceux qui sauvent l'honneur de la France à cette époque, ce sont les historiens Henri Alleg et Pierre Vidal-Naquet, qui dénon-

cent la torture et démontrent que Maurice Audin n'a pas pu s'évader. Ce sont les mathématiciens Laurent Schwartz et Jean Favard, qui organisent sa soutenance de thèse en absence, procédure rarissime qui rappelle les disparus de la Grande Guerre. La salle de la Sorbonne, bondée, en pleine lumière médiatique, compte l'écrivain François Mau-

Dans ces moments où la mort rôde, il aurait été si facile à Maurice Audin de juste fermer les yeux, s'abstenir, se préserver, lui et sa famille, et se reposer sur son statut d'intellectuel promis à une belle carrière

riac parmi ses nombreux invités, dans l'ensemble peu familier des sciences mathématiques mais conscients de ce que cette soutenance a d'historique. Quand le président du jury appelle « *Maurice Audin est-il présent ?* », le silence de mort est plus éloquent que tous les cris. Et c'est de Possel qui présente les résultats d'Audin. C'est le début d'un long, d'un très long combat, pour faire ne serait-ce que reconnaître la vérité.

UN SI LONG COMBAT POUR UNE VIE SI BRÈVE

La vérité, cela devrait être le combat de tout mathématicien intellectuellement cohérent. Henri Poincaré n'a-t-il pas dit que « *C'est la seule chose qui soit digne de notre activité* » ?

La guerre d'Algérie finie, Audin est un emblème ; pour la nation algérienne il est le *Chahid*, le martyr. Un jour, à l'aéroport d'Alger, un officier m'a parlé spontanément des grands Français comme Victor Hugo ou Maurice Audin... On peut sourire du rapprochement, mais à Alger la puissance d'un Audin bravant la mort pour la fraternité est certainement encore plus vivace que tout ce que peut représenter Victor Hugo pour un Français. Et s'il n'y avait que cette emblématique place Maurice-Audin, ce serait déjà tant.

Mais, pour la famille Audin, en France le combat pour la vérité est long et difficile. Comme l'a dit son fils Pierre un jour : « *Mon père est un héros sur une rive de la Méditerranée et un traître sur l'autre. Comment vivre avec cela ?* » Et c'est pis : après guerre, le pouvoir français refuse toujours de reconnaître la réalité de ce qui s'est passé en Algérie. Or la reconnaissance de la douleur n'est-elle pas le début de toute guérison ?

La famille Audin peut compter sur ses avocats, des forces de la nature : le regretté Roland Rappaport, qui les aura défendus pendant soixante ans, ou encore M^e Claire Hocquet. La famille Audin peut compter aussi sur trois familles intellectuelles qui se transmettent le relais de génération en génération, comme un combat précieux. La famille des historiens : les Vidal-Naquet, Stora, Thénault, Branche... La famille communiste, dont le journal *l'Humanité*, qui remet

Maurice Audin est donc ce jeune Français qui fait honneur à la science et à la culture française, et qui de surcroît applique à sa vision du monde les mêmes grilles d'idéalisme et de rigueur qu'à sa pratique scientifique.

inlassablement le nom de Maurice Audin dans le débat public, et dont Pierre Mansat a été un éminent représentant. Et la famille des mathématiciens, comme Laurent Schwartz, Michel Broué, Gérard Tronel. Un mot sur Gérard Tronel, qui a été un ami proche, très impliqué dans l'Institut Henri-Poincaré. Inlassable scientifique et militant, Tronel a non seulement fait vivre la fraternité humaine et scientifique de part et d'autre de la Méditerranée, mais il a aussi ressuscité le prix de mathématique Maurice Audin, qu'avait fondé Laurent Schwartz, et a eu l'intelligence de séparer la distinction mathématique liée à ce prix, purement scientifique, de la lutte politique pour la mémoire d'Audin et contre le colonialisme, portée par l'association Maurice-Audin. L'intelligence aussi d'en faire un prix bilatéral, récompensant à chaque édition un mathématicien ou une mathématicienne exerçant en France, et un mathé-

maticien ou une mathématicienne exerçant en Algérie, pour faire vivre la fraternité des peuples français et algérien à travers l'art partagé.

Comme Wendelin Werner, comme Sylvie Benzoni, comme Pierre-Louis Lions, comme Étienne Ghys, j'ai eu la fierté d'en présider le jury et de faire vivre ce cas concret de coopération scientifique entre la France et l'Algérie. La convention signée en mai dernier [2024] est l'aboutissement d'une démarche enta-

mée il y a bien quinze ans par Gérard Tronel, et les dernières paroles que j'ai entendues de lui, avant que la maladie ne l'emporte, c'était le souhait que nous aboutissions dans ce projet qui tenait tant à cœur, à lui et à l'Institut Henri-Poincaré.

UN PEU DE LUMIÈRE

Déjà engagé dans le volet scientifique, c'est tout naturellement que je me suis aussi retrouvé dans le volet politique, dans l'affaire Audin. En modeste catalyseur plus qu'en principe actif. Bien sûr, j'étais bien au fait du dossier grâce à l'Institut Henri-Poincaré, *via* mes collègues Broué et Tronel, et en tant qu'ancien président du jury du prix Maurice-Audin, mais aussi en tant que collègue de Michèle Audin et en tant qu'ami proche du regretté Pierre Audin, fils de Maurice, qui a fait une grande carrière de passeur de science : facilitateur au palais de la Découverte et cofondateur, avec Pierre Duchet, du beau projet MATH.en.JEANS, qui initie tous les ans des scolaires à l'aventure de la recherche scientifique. J'ai d'abord été témoin de près d'un petit pas effectué par le président François Hollande. En 2014, par sa voix, l'État fran-

çais avait admis, pour la première fois, que Maurice Audin ne s'est pas évadé, et j'avais été chargé de la commission en tant que directeur de l'Institut Henri-Poincaré. Puis ce fut un second petit pas avec le président Emmanuel Macron, en 2017, à l'occasion d'un colloque à la mémoire de Gérard Tronel. Le Président avait transmis sa conviction personnelle que Audin avait été assassiné, et là encore j'avais été chargé de transmettre cela. Voyez comme on progresse, par petits pas, dans ces affaires où chaque mot peut réveiller tout un émoi national et international... Mais pour la famille Audin, pour la mémoire de Maurice, le compte n'y était toujours pas avec ces demi-paroles. Or, fin 2017, le président Macron me déclarait en tête à tête qu'il ne pouvait pas aller plus loin, le sujet étant trop sensible.

Et pourtant ! Neuf mois plus tard, il allait beaucoup, beaucoup plus loin, c'était le vrai grand pas, enfin ! La déclaration du 13 septembre 2018, enfin une vraie parole, faite au nom de l'État français par le Président, et qui reconnaissait tout à la fois le sort tragique de Maurice Audin, la responsabilité de l'État dans l'instauration de la torture, la valeur du travail des historiens. Et qui plus est, faite au domicile de Josette Audin, dans une démarche humble, en présence de quelques proches.

Qu'est-ce qui avait fait basculer les choses pendant ces neuf mois ? Il est intéressant que j'en expose les ingrédients. D'abord, bien sûr, la ténacité des soutiens si nombreux. J'y avais joué mon rôle avec des tribunes – *l'Humanité*, Mediapart, The Conversation, etc. Et une rencontre magnifique, le député communiste Sébastien Jumel, qui a embrayé en me disant d'un coup « *On va faire équipe ensemble* », et dans la foulée nous avons mené la mise en débat – tribunes jointes, conférence de presse à l'Assemblée nationale, et ainsi de suite. ►

Pour l'armée française, il s'est évadé : cette version ne mériterait qu'un grand éclat de rire, si cela n'était pas si dramatique.

■ HOMMAGE

► Et puis un second point très important, il y a eu des alliés dans la place, au plus proche du pouvoir, le conseiller mémoire Sylvain Fort, et l'amiral Rogel, aide de camp du Président. L'un et l'autre comprenant qu'il était temps d'en finir avec la version officielle de l'armée, et que, soixante ans après les faits, il fallait saisir la fenêtre historique qui se refermerait bientôt peut-être.

Et moi, comme je vous disais, en catalyseur, en contact avec toutes les parties prenantes. Et d'autant plus engagé pour faire aboutir l'affaire que j'y étais personnellement pris. Au-delà de mon engagement pour les sciences mathématiques, pour l'Institut Henri-Poincaré, pour la grande figure de Maurice Audin, j'y sentais aussi une affaire personnelle, moi dont les parents sont nés en Algérie, dont les ancêtres ont habité en Algérie pendant les cent trente ans de colonisation, à l'est, à l'ouest, au nord, au sud, exerçant comme médecin, fonctionnaire, conducteur de diligence ou trafiquant, en bref, comme quelqu'un qui a de l'Algérie dans ses veines, et qui le sentait tellement que j'ai été le seul membre de toute ma famille à retourner en Algérie, et à y retourner encore et encore, pour des conférences et des rencontres.

Le 13 septembre 2018, au petit matin, je me retrouve dans un taxi à destination de la matinale de France Inter, dans le rôle si rare de messenger de bonne nouvelle, afin d'annoncer publiquement la visite et la déclaration du Président dans l'après-midi. Mon cœur bat si fort quand je découvre sur mon smartphone la une de *l'Huma*, que je guettais – *l'Humanité* ayant été, et ce n'était que justice, l'un des très

rare journaux mis dans la confiance. Toute la page est prise par le célèbre portrait noir et blanc de Maurice Audin, immortalisé en jeune homme, semblant un grand adolescent. En bandeau supérieur, douze mots bien pesés : « *Maurice Audin, le crime d'État reconnu par le président de la République.* » Et en caractères énormes, sur le portrait, un seul mot : « *ENFIN!* » Sur ma banquette de taxi, en ce matin du 13 septembre 2018, me voilà pleurant comme un enfant.

Cet après-midi-là, autour de la famille Audin et du Président, il y avait Maud Vergnol de *l'Humanité*, les historiens Benjamin Stora, Raphaëlle Branche et Sylvie Thénault, le député Sébastien Jumel et moi-même, témoins privilégiés d'un morceau de l'histoire franco-algérienne. Et pendant toute la journée le ballet des éditions spéciales et des chaînes d'information. L'intime cérémonie de ce 13 septembre a été filmée par le vidéaste François Demerliac, et mise en perspective dans son documentaire *Maurice Audin, une histoire de mathématiciens*, avec l'engagement tenace d'intellectuels de la communauté mathématique.

Il avait fallu soixante et un ans (!) avant que la France puisse admettre la vérité. Bien des acteurs étaient morts entre-temps : Vidal-Naquet, Alleg, Schwartz, Tronel, Rappaport. Quelques mois plus tard, hélas, Josette Audin disparaissait. Quelques années plus tard, trois fois hélas, Pierre Audin disparaissait à son tour. Ils avaient eu le temps de savourer cette victoire. Victoire d'étape, petite victoire d'étape somme toute, tant le chemin restait long à parcourir. Comme le disait Aragon,

La déclaration du 13 septembre 2018, enfin une vraie parole, faite au nom de l'État français par le Président, et qui reconnaissait tout à la fois le sort tragique de Maurice Audin, la responsabilité de l'État dans l'instauration de la torture, la valeur du travail des historiens.

« *Songez qu'on n'arrête jamais de se battre et qu'avoir vaincu n'est trois fois rien.* »

Car après la déclaration sur Maurice Audin, c'est le dossier des archives, ouvertes par le président Macron et aussitôt refermées par l'infâme instruction générale interministérielle IGI1300, c'est la loi modifiée pour remettre sous le boisseau du secret-défense ce qui ne l'était pas forcément, ce sont surtout les milliers d'autres disparus de la guerre d'Algérie, sur lesquels travaillent des historiens comme Fabrice Riceputi ou Gilles Manceron, dont les dossiers restent désespérément muets.

Et c'est ce si long silence de société, ces gigantesques non-dits, que la déclaration du Président n'a qu'ébréchés, que les paroles recueillies ont à peine dérangés. Dans l'ouvrage que je citais plus haut, Raphaëlle Branche évoque et étudie l'ampleur de ces silences, de la part des anciens combattants, face à la société ou à leur propre famille. Et aussi de la part de simples spectateurs qui n'ont jamais dit, même à leurs proches, ce qu'ils ont vu... Je pense à l'un des membres de ma famille, à l'occasion d'un enterrement, se libérant d'un coup de ce poids, après quelque soixante ans, sous les regards stupéfaits de ses propres enfants.

Un non-dit dont on continue à souffrir, comme me l'a démontré la dernière anecdote que je vous livre. Quelques mois après la déclaration du 13 septembre 2018, je me trouvais, en tant que député, à rencontrer l'association des anciens combattants dans ma circonscription. Et après quelques échanges convenus

sur la politique du gouvernement pour les pensions et la reconnaissance des droits des anciens combattants, je me préparais à clore la réunion, quand le président me dit doucement : « *Au fait, Monsieur le député, nous voulions aussi vous parler d'une bien grosse couleuvre que vous nous avez fait avaler...* » – « *Une vipère!* », ajouta un autre, embrayant sur la reconnaissance de Maurice Audin. Devant le tour que prenait la conversation, j'ai fait ce que doit faire n'importe quel député en pareille circonstance : j'ai demandé à mon attaché parlementaire d'annuler tous les rendez-vous suivants, et j'ai pris tout le temps, seul face au groupe, pour écouter tous les reproches qui m'ont été faits, et pour parler, parler et écouter. Plus d'une heure de discussion, et à la fin certains étaient au bord des larmes, et tous unanimes pour dire à quel point cela avait été salutaire de parler et combien ils espéraient que nous puissions le refaire bientôt.

Ce jour-là, j'avais pu faire l'expérience de ce que nous disent les historiens comme les médecins : le pouvoir thérapeutique de la parole. C'est une erreur de garder les cadavres dans le placard, ils continuent depuis leur cache à vous empoisonner les sangs. Et quand au contraire on peut les sortir, leur donner les derniers soins, les enterrer proprement, alors le sang des vivants peut circuler avec vigueur. ■

*CÉDRIC VILLANI est mathématicien, membre de l'Académie des sciences, médaillé Fields, président du comité Josette et Maurice Audin.

Audin n'a pas pu s'évader. Ce sont les mathématiciens Laurent Schwartz et Jean Favard, qui organisent sa soutenance de thèse en absence, procédure rarissime qui rappelle les disparus de la Grande Guerre.

■ RECHERCHE

Fos-étang de Berre : décarbonation de façade ou nouvel essor industriel ?

Comme à Dunkerque, la région Fos-étang de Berre voit arriver de grands projets de développement industriel centrés sur la décarbonation. Cette réindustrialisation décarbonée et innovante doit se construire avec pour objectif un progrès pour toute la population, et pour cela il doit y avoir une véritable réappropriation citoyenne et démocratique des enjeux et solutions. Or il est des questions qui surgissent localement et pour lesquelles les choix d'aménagement auront une portée nationale.

PAR JEAN-CLAUDE CHEINET*

On annonce l'implantation d'industries innovantes dans la zone de Fos-étang de Berre et la décarbonation des activités actuelles : sidérurgie et chimie lourde à partir du pétrole. Ces projets pour l'une des trois régions françaises les plus émettrices de CO₂ sont donc de bon augure. Si réduire ces émissions est une urgence, la transition énergétique y est aussi une question d'aménagement à multiples dimensions, tant régionales que nationales. De tels projets, qui mettent en jeu l'avenir industriel de la région Fos-étang de Berre, revêtent une importance nationale dans un pays qui s'est construit comme nation sur des projets politiques forts.

QUI REFUSERAIT DÉCARBONATION ET EMPLOIS INNOVANTS ?

S'il devient nécessaire de refonder complètement la zone industrielle de Fos en diminuant sa dépendance aux importations de « fossiles », il s'agit d'abord

de rattraper les retards, de développer les activités existantes : le port évidemment, en relançant l'activité conteneurs en liaison

Les limites commencent avec une concertation qui témoigne certes d'une ouverture mais qui reste une démocratie rabougrie dans un débat restreint à des cadres administratifs, des industriels, des représentants des communes et des personnalités associatives.

avec l'arrière-pays ; la sidérurgie ensuite, atteinte par la baisse des prix de l'acier ; et la pétrochimie, en aidant à leur transition vers des activités bas carbone. La production de panneaux photovoltaïques et d'hydrogène sont également évoqués.

Dans le cadre de l'accompagnement des projets industriels, l'État a lancé une réflexion sur l'aménagement de la zone. On annonce l'engagement de l'État pour aider les entreprises, mais s'agit-il de capter des subventions sur des annonces ou de réels projets d'investissements ? Quoiqu'il en soit, ces projets nouveaux montrent l'attractivité de la

région, qui a de nombreux atouts liés à sa position entre vallée du Rhône et arc méditerranéen et à son ouverture sur le monde

grâce au port. Or la région Fos-étang de Berre n'a été équipée que de manière trop ponctuelle : les activités se sont développées de façon non coordonnée, les villes ont été amenées à accueillir la population comme elles pouvaient. Aujourd'hui, sidérurgie et pétrochimie stagnent ou déclinent, et le chômage se développe. D'où une inadaptation de cette grande région industrielle à des évolutions récentes. Signalons que 300 000 personnes vivent dans ce bassin d'emplois. Quelles que soient les intentions des uns et des autres, n'est-ce pas l'occasion de valoriser cet ensemble ?

Les projets sont cohérents avec la volonté globale affichée par l'État de réindustrialiser le pays. Pour cela, il y a besoin d'électricité, la production locale ne suffira pas et l'éolien en mer ne réglera pas tout. Favoriser la transition énergétique vers l'élec-

trique des industries existantes et approvisionner les nouvelles demandera d'augmenter et de stabiliser l'alimentation électrique. Cela nécessitera l'établissement d'une ligne de 400 000 V depuis les centrales nucléaires de la vallée du Rhône.

VERS UN NOUVEL ESSOR RÉGIONAL ?

Au-delà des aspects industriels se posent les enjeux d'un développement régional équilibré : avec les nouveaux emplois (au moins 6 000) viendront des familles à accueillir dans de bonnes conditions : écoles, santé, hôpital, logements, mobilité, etc. Les retards accumulés dans les transports sont un handicap que ne comble pas la voiture : les parkings sont insuffisants comme, exemple extrême, autour d'Airbus Marignane, où les voitures stationnent le long des routes et escaladent la colline. Il faudra aussi prévoir les plates-formes logistiques, les *data center* connectés. La gestion du foncier et des équilibres jusqu'à présent maintenus entre espaces agricoles, espaces naturels avec les parcs naturels régionaux de Camargue, des Alpilles, de la Côte Bleue et des espaces urbanisés devra être assurée. Tout cela est à combiner avec le maintien de la pêche et du tourisme. Enfin, il y aura la nécessaire prise compte des

S'il devient nécessaire de refonder complètement la zone industrielle de Fos en diminuant sa dépendance aux importations de « fossiles », il s'agit d'abord de rattraper les retards, de développer les activités existantes.

RECHERCHE



Par Myst — CC BY-SA 3.0,

► conséquences du réchauffement climatique (niveau de la mer, érosion côtière...).

Devant l'importance du projet global, de ses enjeux régionaux et nationaux, les associations d'industriels sont insuffisantes car la concertation passerait alors par des « laboratoires territoriaux » rassemblant des personnes de la « société civile ». Aussi, la création d'un commissaire de la République dédié pour coordonner le tout est nécessaire ; cela dit, son efficacité se mesurera à l'aune de ses moyens car il faut que l'État joue enfin complètement son rôle de chef d'orchestre.

LES LIMITES DU PROJET ET LES DURES RÉALITÉS

Les limites commencent avec une concertation qui témoigne certes d'une ouverture mais qui reste une démocratie rabougrie dans un débat restreint à des cadres administratifs, des indus-

qui peuvent bouleverser la région sur des points essentiels comme les emplois, les logements et les équipements, la circulation... Est-on même sûr des projets portés par les industriels quand on voit comment ArcelorMittal a renoncé à investir à Dunkerque et comment des « giga-usines » annoncées s'évaporent ? Ces retards ignorent complètement l'urgence climatique alors que le plan climat proposé par le PCF amorce une réflexion sur la complémentarité des différentes activités.

Il y a urgence, au regard des incertitudes climatiques, à renforcer l'encadrement de la ressource en eau dans ses différents usages (eau potable, irrigation, industries, tourisme...). Les propositions sont encore insuffisantes, notamment si l'on tient compte des évolutions climatiques. L'utilisation de la ressource principale qu'est la Durance n'aborde pas en l'état,

favorisant ainsi les déplacements en voiture et le tout-camions, qui nécessite moins d'investissements en infrastructures mais est polluant et générateur de risques. Le report modal sur le chemin de fer et la réanimation de la gare de triage de Miramas sont à peine évoqués alors qu'ils devraient être priorités. Les propositions ignorent la nécessité de développer les services publics comme moteurs d'un nouveau développement. Elles ne sont présentées que comme strictement techniques.

Certaines industries présentent des risques : rejets polluants, explosions... Les normes de rejets, parfois non respectées, sont souvent minorées par l'État, quand il ne fait pas montre de passivité, comme devant les rejets d'ArcelorMittal. Il semble que l'on s'en remette aux structures pluripartites existantes et créées sous l'impulsion des communistes dans les années 1970, celles-là mêmes qui depuis le repli délibéré de l'État ont été affaiblies en prenant des formes simplement associatives. Or la confiance ne se reconquerra que par la transparence, les rôles et pouvoirs nouveaux pour ces organismes et l'engagement de l'État pour soutenir la démarche. Les connivences entre administration et industriels doivent cesser. Il y a incontestablement une prise de conscience qu'il faut bouger. Sans en surestimer l'impact, les communistes peuvent enrichir une démarche dont les résultats, sans une démarche démocratique, ris-

quent d'être en deçà des besoins tant nationaux que locaux.

POUR UN VRAI PLAN D'AMÉNAGEMENT RÉGIONAL

Une réindustrialisation décarbonée et innovante doit apporter des formes de progrès à toute la population. De nos jours, alors que le marché reste anarchique et inefficace, on doit réfléchir au rôle de l'État comme chef d'orchestre du redressement industriel, à de nouvelles nationalisations, au développement des services publics et à l'équipement de la région.

Réussir cette transition oblige à un vrai plan régional d'aménagement complet, avec comme élément clé la décarbonation des activités industrielles de la zone. La sidérurgie doit évoluer et être protégée par une nationalisation. Les industries nouvelles (panneaux photovoltaïques et hydrogène) doivent être encouragées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, avec un contrôle des crédits publics liés à des obligations respectées. Cela va dans le sens du plan climat Empreinte 2050 et permet d'améliorer la qualité de l'air. La transition ne doit pas servir de prétexte à une réduction des activités et des emplois existants.

Il faut donc un plan régional cohérent pour rattraper les retards en équipements. Comment coordonner autrement et développer les déplacements, les transports à l'échelle d'une agglomération de 300 000 habitants et d'une grande région

Au-delà des aspects industriels se posent les enjeux d'un développement régional équilibré.

triels, des représentants des communes et des personnalités associatives. La présence des syndicats y reste discrète. Les choses semblaient trop grosses et un atelier de réflexion (avec les mêmes) va être animé par la CFDT et sans doute la question sera examinée en Commission nationale du débat public (CNDP). Pour explorer ce projet, on n'a que ces réunions et des articles de presse cherchant le sensationnel ; dès lors apparaît la nécessité de trouver les moyens d'informer mieux et d'associer plus largement la population, car on ne peut en rester là pour des réalisations

malgré une « commission Durance », la complexité de sa gestion depuis sa source ni les impacts de son déversement dans l'étang de Berre. Les interconnexions entre ces différents usages rendent nécessaire un débat sur les travaux envisagés pour l'étang de Berre, et la surveillance et protection de la nappe de Crau.

DANS « INDUSTRIALOPORTUAIRE », IL Y A LE PORT

Le développement du port, pilier des activités de cette région, n'est jusqu'à présent qu'évoqué. Les mobilités ne semblent abordées que par le covoiturage,

Les propositions ignorent la nécessité de développer les services publics comme moteurs d'un nouveau développement.



Au premier plan, l'étang de Vaïne, sous ensemble de l'étang de Berre.

industrielle? Le port couplé au fluvio-maritime étant un pilier de l'économie, il faut doubler la ligne de raccordement au chemin de fer et s'appuyer sur la gare de triage de Miramas, et veiller au réseau d'oléoducs et de gazoducs (cohérence, fuites...). Ces nouveaux équipements doivent économiser l'espace dévoré par les routes et les plates-formes logistiques

AU-DELÀ DES ASPECTS INDUSTRIELS

Il y a un besoin de plus de démocratie avec information plus large de la population, des dé-

bats sur les projets dans leur ensemble en mettant clairement en avant les points forts, les transformations envisagées ou réalisées, les moyens engagés. Concernant les risques industriels et les craintes des populations, il faut que soient élargis le rôle et les pouvoirs des comités de suivi de sites, dont les représentants des riverains seraient élus, seul moyen pour rétablir la confiance.

L'approvisionnement électrique peut conjuguer différentes sources : photovoltaïque en respectant les espaces naturels sensibles, éolien en mer avec

des emplacements qui ne gênent pas la pêche, surtout ligne de 400 000 V dont les impacts doivent être restreints en concertation avec la population.

de Martigues et protéger globalement le cadre de vie. Car jusqu'à présent les activités industrielles et urbaines ont respecté une forme d'équilibre

Réussir cette transition oblige à un vrai plan régional d'aménagement complet, avec comme élément clé la décarbonation des activités industrielles de la zone.

Les communes et intercommunalités doivent être aidées pour maîtriser le foncier, construire des logements de qualité non enclavés, établir des écoles, collèges et lycées, agrandir l'hôpital

dans l'espace avec la nature des collines, de la Camargue, de l'étang de Berre et des plaines alluviales cultivées. Les éléments de cet équilibre faunistique et floristique ainsi que la biodiversité doivent être strictement respectés par le recours si nécessaire à des mesures compensatoires. Ces équilibres sont liés à la préservation des activités qui les maintiennent : activités agricoles dans des plaines ; aides à la pêche méditerranéenne, qui se voit imposer par l'Union européenne des règlements faits pour l'Atlantique ; défense d'ensembles forestiers cohérents et à protéger des incendies ; zones humides et milieux aquatiques ; accueil des activités touristiques, nautisme, baignades en évitant les croisières des navires usines à touristes. Pour cela, on peut s'appuyer sur la proposition de loi déposée en 2022 par Pierre Dharréville, l'ancien député communiste des Bouches-du-Rhône, sur la gestion des communs avec la population, contre la privatisation du monde et pour une réappropriation citoyenne et démocratique. Telles nous paraissent être les conditions pour un accueil confiant des activités nouvelles, une rénovation des activités anciennes et un nouvel essor de la région. ■

*JEAN-CLAUDE CHEINET, membre du comité de rédaction de *Progressistes*, est géographe.



Vue satellitaire de l'étang de Berre.

INDUSTRIE

Voiture électrique... Halte aux idées reçues !

La conversion à la voiture électrique s'accélère dans les pays capitalistes développés comme dans les pays émergents. Interrogations et incertitudes planent sur ce type de véhicules. Sont-ils vraiment écologiques ? Sont-ils faciles à utiliser et à recharger ? Pourra-t-on les alimenter en électricité décarbonée ? Pourquoi sont-ils si chers ? Autant de questions auxquelles cet article tente de répondre, en levant les fréquentes réserves qui accompagnent ce nécessaire changement dans nos mobilités.

PAR VICTOR LENY*

En comptant la fabrication des batteries, la voiture électrique émet autant de CO₂ que la voiture thermique

FAUX

Contrairement à cette idée reçue, les véhicules électriques sont incontournables pour décarboner le secteur des transports, qui représente un tiers des émissions territoriales françaises de CO₂. Selon les mots mêmes du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) : « Les véhicules électriques alimentés par de l'électricité bas carbone offrent le principal potentiel de décarbonation des transports terrestres, en analyse de cycle de vie (haut niveau de confiance). » Cette conclusion du GIEC, qui date de 2022, nous enseigne trois éléments.

Premièrement, le bilan carbone des véhicules doit être comparé en *analyse de cycle de vie*, comptabilisant toutes les étapes de la vie du véhicule, de l'extraction des matières pour sa fabrication à sa fin de vie, en passant par la très décriée fabrication des batteries. La comparaison est nettement à l'avantage des véhicules électriques (fig. 1). Ainsi, les véhicules électriques ont un bilan carbone plus lourd à la fabrication que leurs homologues thermiques, mais

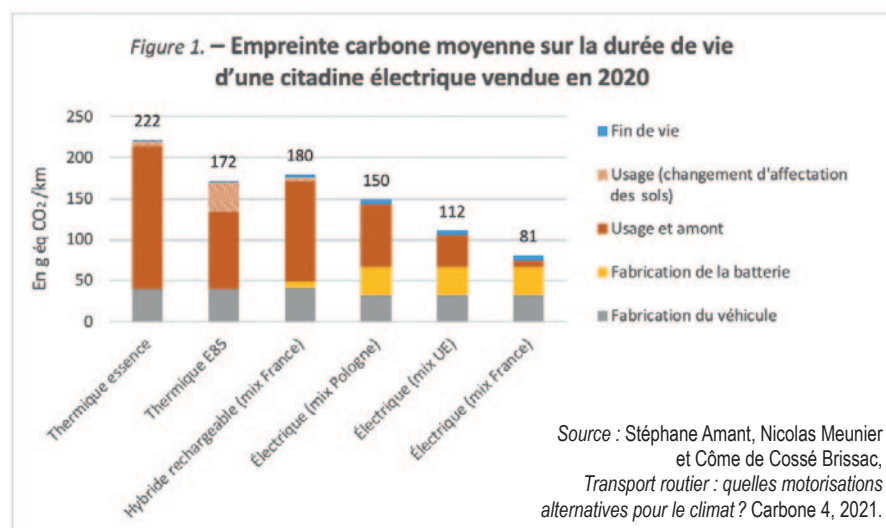
beaucoup plus faible à l'usage, et ce d'autant plus que l'électricité peut être bas carbone. En France, où l'électricité est décarbonée, une citadine électrique émet en effet 3 fois moins de gaz à effet de serre qu'une citadine thermique au cours de son cycle de vie. Comme l'atteste le cas de la Pologne (fig. 1), même lorsque l'électricité est carbonée le bilan est favorable à la voiture électrique (mais dans une moindre mesure), en raison du meilleur rendement des moteurs électriques.

En France, où l'électricité est décarbonée, une citadine électrique émet en effet 3 fois moins de gaz à effet de serre qu'une citadine thermique au cours de son cycle de vie.

Deuxièmement, les alternatives – véhicules hybrides rechargeables et biocarburants – peinent à égaler les performances des véhicules électriques. Outre leur faible disponibilité physique, qui les rend peu généralisables à grande échelle contrairement à l'électricité (voir infra), les biocarburants ont un impact important dû aux étapes de culture et de transformation agricole, mais aussi au changement d'affectation des sols.

Troisièmement, le GIEC accorde un haut niveau de confiance au potentiel de décarbonation des véhicules électriques, lequel fait donc l'objet d'un consensus scientifique confirmé par de multiples études évaluées par les pairs, au même titre que l'origine humaine du réchauffement climatique. En conséquence, le doute sur ce résultat n'est pas une opinion rationnelle.

En outre, ce potentiel élevé de décarbonation souligné par le GIEC est voué à se renforcer avec la décarbonation de l'industrie automobile – réduisant les émissions liées à la fabrication des véhicules et des batteries – tel que l'indique le plan climat Empreinte 2050. Le bilan carbone des véhicules électriques en analyse de cycle de vie pourrait ainsi tendre vers zéro. Ce ne sera pas le cas des véhicules thermiques, dont les émissions à l'usage resteront élevées.

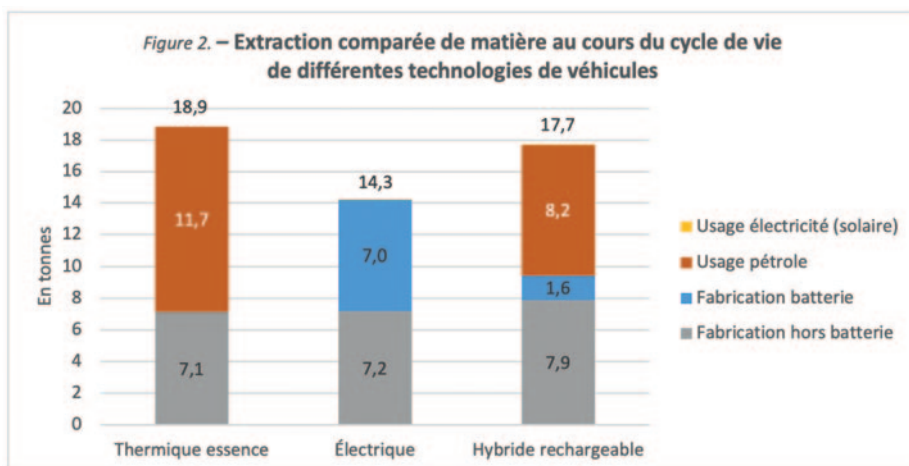


👉 L’empreinte minière des véhicules électriques efface tout leur intérêt environnemental

FAUX Il est généralement admis que, en raison de l’extraction minière qu’elle engendre, la fabrication des batteries des véhicules électriques ne fait que déplacer le problème climatique vers un problème minier et que, par conséquent, il ne faudrait pas électrifier le parc automobile. Cette idée reçue est désormais très fortement ancrée dans l’opinion publique, y compris chez des écologistes. Elle repose sur le présupposé que le véhicule électrique utilise davantage de matières du sous-sol que le véhicule thermique au cours de son cycle de vie, ce qui est faux (fig. 2).

Toute extraction de ressource du sous-sol a certes un impact environnemental. Cela concerne non seulement les activités minières, mais aussi l’extraction du pétrole. Avec la baisse de production des gisements conventionnels amorcée il y a une quinzaine d’années, l’industrie pétrolière a de plus en plus recours à des gisements non conventionnels, tels que le pétrole de schiste ou les sables bitumineux. Sans surprise, ces activités aux conséquences environnementales désastreuses reçoivent moins d’attention médiatique que les mines de lithium, de cobalt et de nickel, ce en vue de fragiliser l’adhésion de l’opinion publique à la voiture électrique¹. Les conséquences sociales et environnementales de l’extraction pétrolière n’en sont pas moins réelles.

Pour une évaluation rationnelle de l’impact du véhicule électrique par rapport au thermique, il s’agit donc de comparer leur consommation de matières issues du sous-sol. Un bilan complet évaluant la matière brute extraite du sous-sol – pétrole brut ou minerai extrait directement la mine en grande quantité avant son raffinage – établit qu’une voiture électrique légère dotée d’une batterie de 50 kWh consomme 25 % de matière en moins que son homologue thermique au cours de son cycle de vie (fig. 2).



Sources : Carbone 4, Transport-Routier-Motorisations-Alternatives-Publication-Carbone-4.pdf ; ADEME, « Les matériaux de la transition écologique » ; Nijens *et al.*, « Energy transition will require substantially less mining than the current fossil system » ; AIE, « Minerals used in electric cars compared to conventional cars » ; Transport & Environnement, 2021_02_Battery_raw_materials_report_final.pdf ; Oeko Institut, « Resource consumption of the passenger vehicle sector in Germany until 2035 » ; Our World in Data, « Low-carbon technologies need far less mining than fossil fuels »...

Ce bilan matière du véhicule électrique est par ailleurs voué à évoluer favorablement avec la mise en place du recyclage, qui permettra de récupérer jusqu’à 90 % des matériaux des batteries. Un parc automobile partiellement ou totalement thermique continuera de consommer du pétrole de manière permanente. Au

Grâce au recyclage, un parc complètement électrifié pourrait à terme se passer presque complètement de nouvelles ressources minières pour son renouvellement.

contraire, grâce au recyclage, un parc complètement électrifié pourrait à terme se passer presque complètement de nouvelles ressources minières pour son renouvellement. Les véhicules électriques ne sont certes pas la solution unique et parfaite – d’où l’intérêt de développer les transports en commun et le cyclisme – mais participent à résoudre le problème de l’extractivisme pour lequel ils sont si décriés.

👉 On ne sait pas recycler les batteries

FAUX Le recyclage des batteries, qui est techniquement possible, relève par ailleurs d’une obligation européenne qui impose d’en récupérer au moins 70 % des matériaux. La filière industrielle du recyclage est en cours de construction car il n’y a pas encore suffisamment de batteries à recycler – les véhicules électriques étant plutôt jeunes. Pourtant, des projets d’usines de recyclage sont en train de voir le jour comme celui d’HyVolt dans le nord de la France, pouvant atteindre un taux de recyclage de 95 %.

👉 Rouler en voiture électrique, c’est l’enfer !

FAUX Un sondage Ipsos² pour l’Avere, association nationale pour le développement de la mobilité électrique, a établi que 93 % des utilisateurs de véhicules électriques sont satisfaits. 50 % des sondés estiment aussi que le véhicule électrique répond complètement à leurs besoins et 43 % à l’essentiel de leurs besoins ; 63 % des sondés utilisent même leur véhicule électrique systématiquement ou souvent pour les départs en vacances et en week-end. Cette tendance est mondiale ; en effet, un autre sondage a estimé que 92 % des utilisateurs de véhicules électriques ne reviendront jamais au véhicule thermique³.

L’impressionnant succès du leasing social électrique à destination des foyers modestes le confirme : au 12 février 2024, le guichet des demandes était clos car l’enveloppe budgétaire permettant de financer 50 000 véhicules était saturée. Cela démontre l’attractivité de ces véhicules lorsqu’ils sont rendus accessibles, projet tout à fait possible porté par le plan climat Empreinte 2050 (voir infra). ►

INDUSTRIE



► On ne pourra pas recharger sur la route lors des départs en vacances

FAUX

Si, selon les résultats du sondage mentionné *supra*, la disponibilité et la fiabilité des bornes de recharge électriques en voirie restent un sujet d'inquiétude légitime pour les utilisateurs de véhicules électriques, ils sont majoritaires à noter que la situation s'améliore⁴. En 2024, la France disposait de plus de 150 000 points de charge accessibles au public, dont 15 % en charge rapide (supérieure à 50 kW) permettant une recharge complète en moins d'une heure. Ce résultat place notre pays au deuxième rang européen, devant l'Allemagne et derrière les Pays-Bas (petit pays mais disposant d'un parc automobile plus électrifié que la France).

Les politiques de déploiement des bornes de recharge doivent être renforcées pour répondre aux besoins des utilisateurs, notamment la recharge rapide sur autoroute qui devra également être développée pour l'itinérance des poids lourds. Empreinte 2050 soutiendra ces mesures avec l'ambition nécessaire. L'enjeu opérationnel est loin d'être insurmontable. D'après Enedis, d'ici à 2035 il faudrait raccorder 5 GW de bornes électriques sur autoroute,

Les politiques de déploiement des bornes de recharge doivent être renforcées pour répondre aux besoins des utilisateurs, notamment la recharge rapide sur autoroute, qui devra également être développée pour l'itinérance des poids lourds.

soit l'équivalent de 25 000 points de charge ultrarapide de 200 kW pour couvrir les besoins. Cela représenterait 600 millions d'euros d'investissement dans le réseau de distribution, un chantier modeste en comparaison à d'autres travaux d'infrastructures. L'analyse d'Enedis sera complétée dans le cadre du plan climat pour estimer les besoins à l'horizon 2050.

► Les véhicules hybrides sont une solution de compromis suffisante

FAUX

Il a été demandé maintes fois et avec une certaine insistance de renoncer à l'objectif d'électrification à 100 % du parc automobile en 2050 et d'autoriser l'introduction de véhicules hybrides rechargeables pour les déplacements longue distance (alimentés en carburants liquides décarbonés dont la provenance est incertaine). Cette proposition n'est en réalité pas soutenable et conduit à compromettre très sérieusement nos objectifs climatiques.

Tout d'abord, il a été estimé par l'ingénieur-chercheur Pierre Nicolas qu'approximativement 20 % des trajets en voiture concernent les déplacements longue distance et que ces trajets pourraient être effectués à 50 % en électrique et à 50 % en thermique. Cela aboutit à parcourir 90 % des distances en électrique et 10 % en thermique. Il convient tout d'abord de corriger ce premier calcul en retenant toujours l'hypothèse de 50 % d'électrification sur les trajets longue distance (supérieurs à 80 km). En 2050, en tenant compte d'un report modal très important vers le train pour les longs déplacements, ils représenteront 136,3 milliards de véhicules-kilomètres, soit 34,2 % du total des kilomètres parcourus en voiture (et non 20 %). Il convient donc d'affecter 17,1 % des

kilomètres parcourus au mode thermique, au lieu de 10 %. Cela conduit à consommer 29 TWh de carburants liquides en 2050 pour ce seul usage, ce qui est comparable à la consommation actuelle d'agrocarburants en France – pour moitié importés.

Toujours est-il que ce calcul plutôt optimiste ne saurait constituer un scénario cohérent. En effet, un tel scénario constituerait un échec pour l'électrification de la mobilité intensive et aurait des effets très significatifs sur les poids lourds. En d'autres termes, s'il est impossible d'électrifier complètement les déplacements longue distance des véhicules légers, il sera encore plus difficile d'électrifier ceux des poids lourds, qui voyagent principalement en itinérance et qui nécessiteront une grande autonomie et des infrastructures de recharge puissantes. Il en sera de même pour d'autres types de véhicules spéciaux (engins de chantier, camions de ramassage des ordures...). Un tel raisonnement s'applique également dans le cas où la difficulté n'est pas technique mais socialement perçue, comme c'est le cas actuellement pour l'automobile. Rappelons à toutes fins utiles que les chauffeurs routiers savent très bien se mobiliser contre les mesures qui les dérangent et que le populisme antivéhicules électriques pourrait tout aussi bien les concerner. Il convient donc de retenir une électrification à 50 % pour les poids lourds également, ce qui conduit à consommer 47 TWh de carburants liquides supplémentaires en 2050, pour un total de 75 TWh.

Cet ordre de grandeur – qui n'inclut pas les véhicules utilitaires légers – n'est déjà plus raisonnable. Deux voies sont possibles pour produire une telle quantité de carburants liquides décarbonés :

1. Alimenter les véhicules particuliers au bioéthanol et les poids lourds au biodiesel. Pour ce faire, sachant que les rendements

sont respectivement de 8 700 et 1 500 L/ha, il faudrait mobiliser 3,5 millions d'hectares agricoles. Compte tenu de la priorité accordée à la souveraineté alimentaire et à la reforestation pour préserver le puits de carbone, cette option est totalement exclue.

2. Produire des e-carburants combinant du CO₂ capté en sortie d'usine ou dans l'air et de l'hydrogène. Ce procédé est très consommateur d'électricité (de 2 à 3 kWh par kilowattheure d'e-carburant produit). Il faudrait donc mobiliser 200 TWh d'électricité pour en produire suffisamment, soit l'équivalent de la production de 17 EPR.

Les ordres de grandeur en jeu sont tels qu'une combinaison de ces deux voies n'aboutit pas non plus à un résultat plus soutenable. La consommation entière des surplus de carburants de synthèse destinée à l'export (23 TWh en 2050), qui rendrait plus difficile la décarbonation des secteurs aériens et maritimes de nos voisins, est aussi très largement insuffisante. En toute rigueur, continuer à miser sur le moteur thermique sans solution raisonnable de décarbonation des carburants liquides conduit donc à maintenir une dépendance aux combustibles fossiles et à émettre 46 Mt de CO₂ supplémentaires dans l'atmosphère en 2050, ce qui rend la neutralité carbone hors d'atteinte.

☛ La voiture électrique est trop chère !

VRAI

Oui, mais simpliste. Le prix d'achat des véhicules électriques est trop élevé pour les classes moyennes et populaires. C'est un fait incontestable qui n'est pas l'exclusivité des véhicules électriques, mais qui concerne les voitures neuves en général. Ainsi, au premier



INDUSTRIE

► trimestre 2024, il fallait déboursier en moyenne 34 558 € pour une voiture neuve (toutes motorisations confondues), 41 998 € pour une voiture électrique neuve et 62 751 € pour un modèle hybride rechargeable (généralement beaucoup plus lourd et onéreux).

L'augmentation des prix des véhicules neufs relève d'une stratégie des constructeurs pour offrir des véhicules toujours plus gros et toujours plus chers. Elle est donc corrélative de l'essor des SUV, qui représentaient la moitié des achats de véhicules neufs en 2024, alors qu'ils n'en représentaient que 12 % en 2010⁶. Il serait faux de croire que les besoins réels des consommateurs, en particulier le transport d'enfants en bas âge alors que la natalité baisse, aient si radicalement changé en une quinzaine d'années. Ce phénomène relève bien d'une stratégie d'offre et de marketing.

L'augmentation des prix des véhicules neufs relève d'une stratégie des constructeurs pour offrir des véhicules toujours plus gros et toujours plus chers.

Ce changement de profil des véhicules, excessivement lourds et inabondables, se traduit aussi par un changement de profil des acheteurs. Entre 2011 et 2023, la part des véhicules particuliers neufs achetés par des entreprises est passée de 39,7 % à 52,5 %. Les entreprises, moins contraintes financièrement que les particuliers, participent assez peu à l'électrification et privilégient les véhicules hybrides ou thermiques, lourds et chers.

Le projet de produire en France des voitures électriques légères, abordables pour les particuliers est pourtant réalisable. Une étude menée conjointement par la Fondation pour la nature et l'homme et l'Institut Mobilités en transition avec des experts de la filière automobile a établi qu'il était possible de produire une citadine électrique en France à 16 400 €⁷.

La voiture électrique détruit l'industrie automobile française et européenne

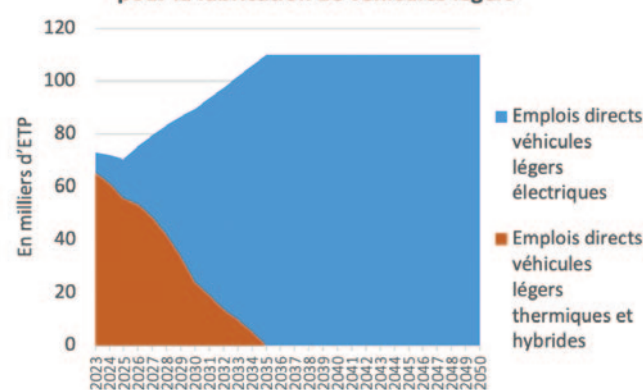
FAUX De même que l'alourdissement et l'inaccessibilité des véhicules neufs (électriques, mais pas seulement), de même les difficultés rencontrées actuellement par l'industrie automobile mondiale relèvent de choix stratégiques des constructeurs. Si la Chine est devenue le plus gros producteur mondial de véhicules électriques, c'est parce qu'elle a mis en œuvre une stratégie de long terme assurant une maîtrise complète de la chaîne de valeur des batteries, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à l'assemblage, en passant par leur raffinage.

Face à la perspective de l'interdiction de la vente des véhicules thermiques en 2035, annoncée dès 2019, les constructeurs européens ont préféré adopter une autre stratégie que les Chinois : l'attentisme. Plutôt que de consacrer les seize ans séparant l'annonce de son entrée en vigueur à mettre en place une transition industrielle ambitieuse, les capitaines de l'industrie automobile ont préféré mener une campagne de lobbying très agressive pour s'opposer à la réglementation. Une fois leur défaite acquise, certains ont choisi de faire volte-face dans l'urgence, comme Carlos Tavares, qui délocalise en Europe et s'allie avec la Chine. Renault, qui était pourtant précurseur avec ses modèles de Zoé (qui ne sont plus commercialisés) et Kangoo ZE, est l'un des rares constructeurs européens, avec Volkswagen, qui ne vend pas assez de véhicules

électriques pour respecter la réglementation européenne sur les émissions qui s'appliquera en 2025.

Face à ces stratégies à courte vue pour dégager des dividendes toujours plus vite sans se soucier de la pérennité de l'outil industriel, une option alternative est possible. En 2023, la France a produit 1,03 million de véhicules particuliers et 440 000 véhicules utilitaires légers⁸. La même année, la France a immatriculé 1,82 million de véhicules particuliers et 390 000 véhicules utilitaires légers⁹. La situation du pays est largement déficitaire. Pour couvrir les besoins du marché français et ainsi résorber le déficit commercial de l'industrie automobile, la France devrait être en mesure de produire 2,5 millions de véhicules particuliers et 500 000 véhicules utilitaires légers électriques par an d'ici à 2035.

Figure 3. – Évolution du nombre d'emplois directs mobilisés pour la fabrication de véhicules légers



Le plan climat Empreinte 2050 soutient cette forte ambition industrielle qui devrait permettre de créer 37 000 nouveaux emplois directs dans la filière automobile d'ici à 2035 (fig. 3). La réindustrialisation compenserait ainsi largement la moindre intensité en emplois de la production de véhicules électriques (36,8 ETP pour 1 000 véhicules électriques produits, contre 50,5 ETP pour 1 000 véhicules thermiques produits). Pour que cette ambition industrielle aboutisse, une mobilisation politique sans faille du monde du travail et de l'État pour contraindre les patrons de l'industrie automobile à changer de stratégie est nécessaire. C'est là tout le sens d'un programme politique qui ne se contente pas de subir les décisions de la classe dominante. ■

*VICTOR LENY est ingénieur, responsable de la modélisation d'Empreinte 2025.

1. « Océan de fake news sur la voiture électrique », <https://bonpote.com/ocean-de-fake-news-sur-la-voiture-electrique/>
2. Enquête Ipsos-Avere-France, 3 mars 2024.
3. Ellen Hiep, « Results world wide EV-drivers survey: 92 % of EV drivers will never go back ! » 10 déc. 2024 (<https://globalevalliance.com>).
4. Voir enedis-etude-les-besoins-electriques-de-la-mobilite-longue-distance-sur-autoroute.pdf.
5. Léo Larivière, « La "SUV-ification" du marché automobile. Des stratégies industrielles aux imaginaires de consommation », 6 oct. 2023 (<https://www.jean-joures.org/publication/la-suv-ification-du-marche-automobile-des-strategies-industrielles-aux-imaginaires-de-consommation/>).
6. FNH et IMT, « Produire les citadines électriques en France : pourquoi est-ce pertinent et possible ? », mai 2024.
7. <https://www.oica.net/category/production-statistics/2023-statistics/>

Les sciences et les techniques au féminin

Trota de Salerne (XI^e-XII^e siècles) dite Trotula



De la vie de Trota, on sait peu de chose, et certains des éléments biographiques la concernant sont encore à l'état de supposition. Elle serait ainsi issue d'une puissante famille de médecins, les Ruggiero. Elle fait ses études au sein de l'une des plus prestigieuses écoles de médecine de l'époque, la Schola Medica Salernitana, l'une des rares à accueillir des femmes (les *mulieres salernitas*). Elle y enseignera par la suite.

Trotula, qui s'intéressa aux maladies féminines alors encore peu étudiées, contribua largement au développement de la gynécologie et de l'obstétrique. Allant à l'encontre de l'idée diffusée par l'Église selon laquelle les femmes devaient enfanter dans la souffrance, elle va s'atteler à les soulager. Elle teste plusieurs méthodes : pratique de la danse et/ou du chant ou prise de bain avant l'accouchement, voire administration d'opiacés durant le travail. Elle prescrit aussi des remèdes contre les douleurs post-partum. Enfin, elle défend une hypothèse nouvelle concernant la stérilité dans le couple : celle-ci n'est pas nécessairement due à la femme, elle peut aussi provenir de l'homme.

On lui attribue plusieurs ouvrages qui seront diffusés dans toute l'Europe par ses élèves et qui connaîtront une renommée pendant des siècles. Parmi les plus connus, on retrouve son œuvre majeure : *De passionibus mulierum curandarum* (*Des maladies des femmes*), où elle traite notamment des affections concernant les règles et l'accouchement. Son *De curis mulierum* (*Des soins des femmes*) est, quant à lui, consacré aux remèdes pour soulager les maux féminins et masculins. Enfin, considérant l'esthétique comme étant l'un des garants du bien-être, elle rédige un ouvrage sur le sujet : *De ornatu mulierum* (*De l'ornement des dames*).

Trotula fut célébrée de son vivant, et on a raconté qu'à sa mort la foule qui lui rendit un hommage funèbre forma un cortège qui s'étendit sur près de trois kilomètres.

CLAUDE FRASSON

Pour consulter tous les articles de *Progressistes* en ligne ou pour télécharger la revue gratuitement

 progressistes  @progressistes21  Revue Progressistes   Progressistes

Retrouvez-nous aussi sur revue-progressistes.org

OFFREZ UN ABONNEMENT!



Progressistes
Science Travail & Environnement

revue-progressistes.org

Tél. : 01 40 40 13 41

revue.progressistes@gmail.com

LUNDI 16 JUIN - 18H30

Énergie nucléaire

UNE FILIÈRE DURABLE POUR LE XXI^E SIÈCLE

ouverture par Fabien Roussel

secrétaire national du PCF

**Espace Niemeyer
2, pl. du Colonel-Fabien
75019 Paris**



Progressistes
Science Travail & Environnement