

Les centrales nucléaires, espèce en voie d'extinction ?

Un parc mondial vieillissant, moins de mises en chantiers, peu de projets... L'atome traverse une crise de confiance. Chine et Russie, elles, y croient.

Si le nucléaire était un organisme vivant, il serait classé en voie de disparition. Pour l'expert Mycle Schneider, auteur principal du World Nuclear Industry Status Report 2018 (WNISR), cette industrie n'affiche pas, en effet, un taux de renouvellement suffisant pour assurer sa survie à long terme. Sept ans après la catastrophe de Fukushima au Japon, le secteur peine à trouver un second souffle. Fini, l'âge d'or de l'atome, avec son rythme de construction débridé des années 1970-1980. Aujourd'hui, le secteur fournit seulement 10,6% de la production mondiale d'électricité, contre 17,5% il y a trente ans. Dans le même temps, la consommation a, elle, considérablement augmenté. A fin 2017, le parc nucléaire mondial – 410 réacteurs en exploitation – affiche une ancienneté moyenne de trente ans. Compte tenu des 163 réacteurs qui devraient

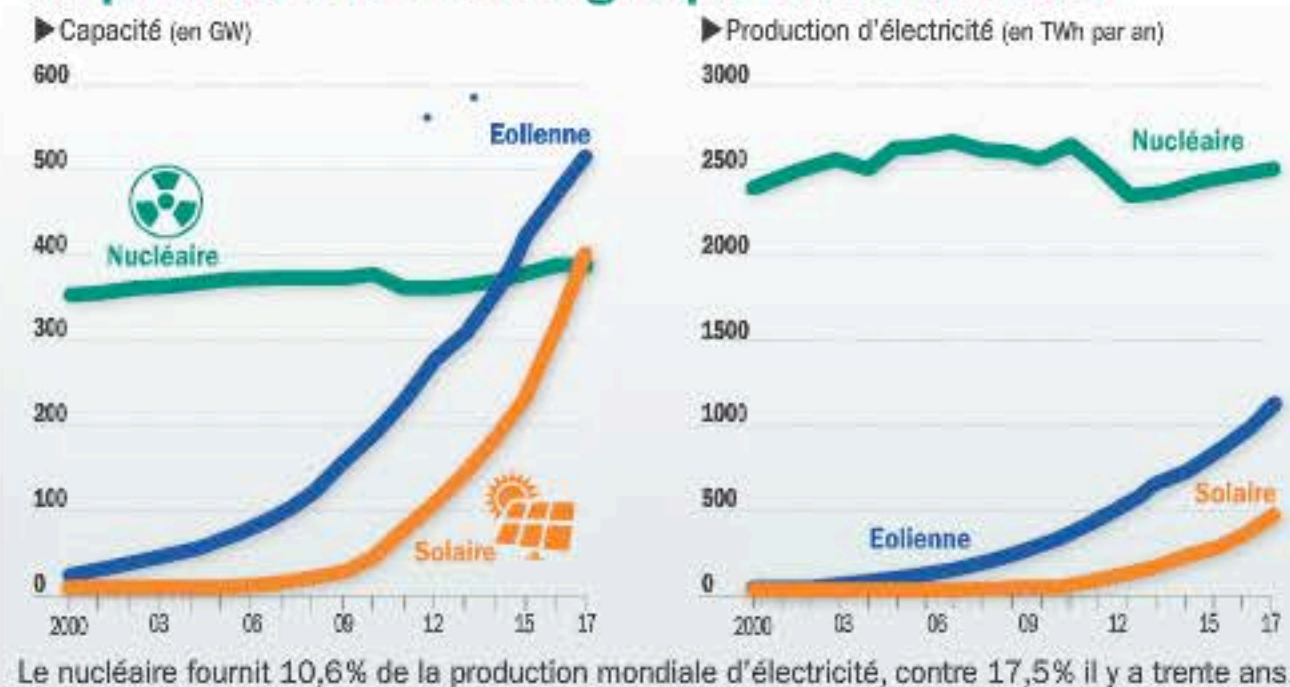
s'arrêter d'ici à 2040, il faudrait donc construire, selon les projections du WNISR, 151 nouvelles unités dans les dix années à venir pour les remplacer. C'est trois fois plus que ce qui a été raccordé au réseau au cours des dix dernières années ! Certes, la France, la Finlande et le Royaume-Uni ont fait le choix de l'EPR (réacteur de troisième génération). Mais l'Allemagne, la Suisse, l'Italie, l'Autriche et Taïwan ont de leur côté amorcé leur sortie progressive du nucléaire. Et la Belgique a décidé de ne pas prolonger ses centrales au-delà de 2025. Même dans un pays comme l'Inde, considéré comme une nouvelle terre promise pour l'atome, « l'écart entre les prévisions et la réalisation est des plus dramatiques, observe Mycle Schneider. En réalité, l'espèce nucléaire est sérieusement menacée par les espèces invasives que sont les énergies renouvelables ».

« Le coût d'installation des énergies renouvelables ne cesse de chuter. Celui des projets nucléaires est beaucoup plus élevé qu'avant. »

Marc-Antoine Eyl-Mazzega, expert à l'Institut français des relations internationales.

Alors que l'atome fait peur à une partie de la population, l'éolien et le solaire rassurent. « En outre et surtout, le coût d'installation des énergies renouvelables ne cesse de chuter alors que celui des nouveaux projets nucléaires, en particulier l'EPR, est beaucoup plus élevé que ceux des deux générations précédentes », souligne Marc-Antoine Eyl-Mazzega, expert à l'Institut français des relations internationales (Ifri). Conséquence, seulement 3300 mégawatts ont été connectés cette année au réseau, contre 157 000 provenant du renouvelable. Certes, 52 réacteurs sont en construction dans le monde. Mais ce chiffre est le plus faible depuis dix ans et quatre chantiers sur cinq accumulent des retards très conséquents. Selon le WNISR, quatre nouveaux projets ont été lancés dans le monde en 2017 (trois en Chine et un au Pakistan) et trois réacteurs sont entrés en service cette année.

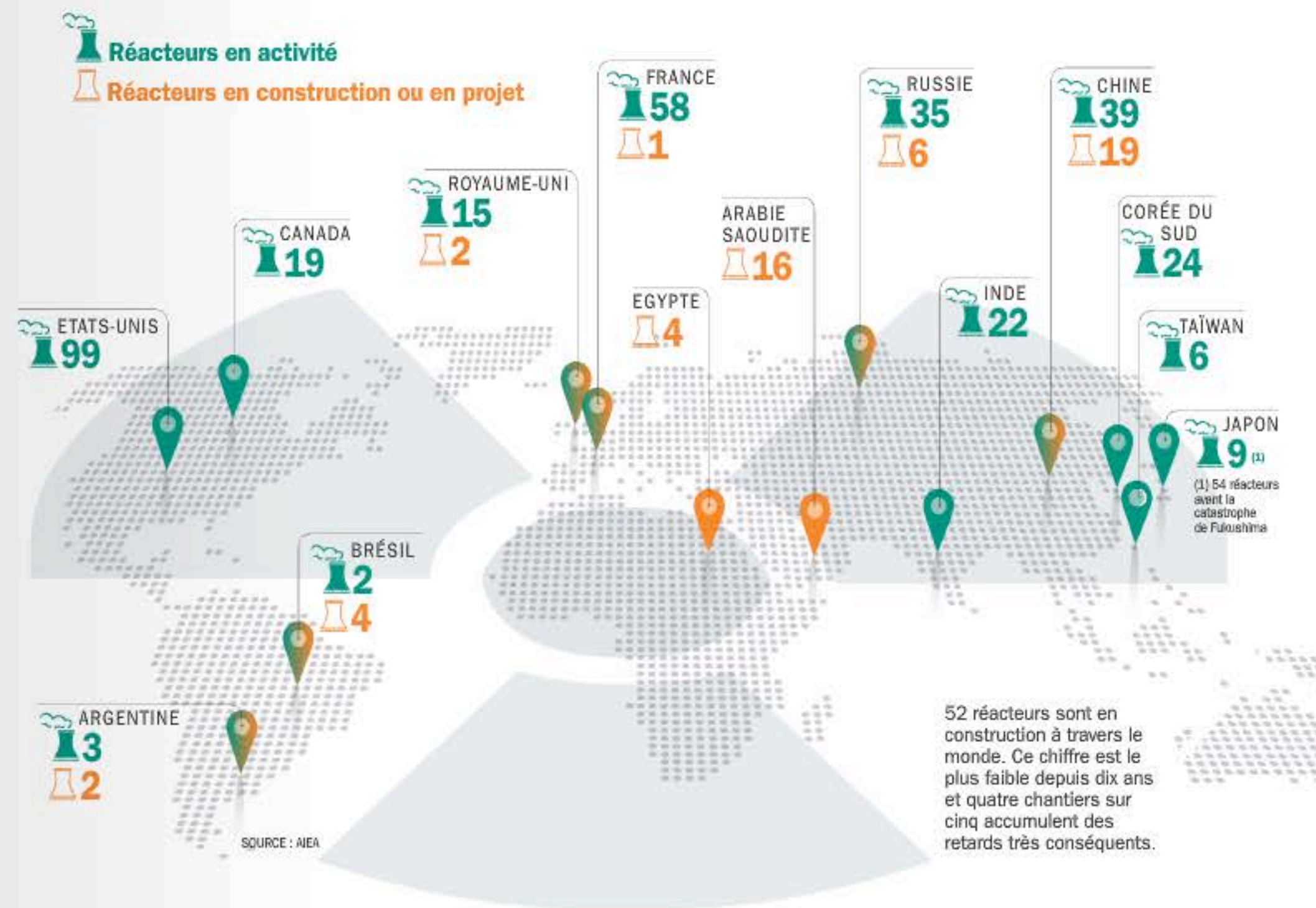
Un poids dans le mix énergétique voué à diminuer



Carte à jouer pour le climat

Bien sûr, aucun expert n'enterre définitivement l'énergie nucléaire, mais la majorité d'entre eux estime que sa part dans le mix énergétique mondial devrait inéluctablement diminuer. Selon les représentants de cette industrie, les objectifs de réduction des émissions de CO₂ pour lutter contre le changement climatique, ne peuvent pas être atteints sans le nucléaire. Autre atout pour l'atome : certains pays, soucieux de réduire leur trop grande dépendance au gaz et au pétrole, constituent un marché potentiel important pour l'atome. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) souligne par ailleurs que l'atome intéresse

Les bastions de l'atome et les nouveaux fers de lance



une vingtaine de pays qui ne possèdent pas encore de centrales. « Le nucléaire est une énergie d'avenir », a martelé Philippe Knoche, directeur général d'Orano (ex-Areva) lors d'un colloque fin juin 2018, critiquant dans la foulée le virage énergétique allemand. « Les citoyens allemands émettent deux fois plus de carbone que les Français par habitant et le kilowatt-heure leur coûte 70% de plus. »

La Chine très active

Alors que 80% des nouveaux réacteurs se situent en Asie et en Europe centrale, deux pays continuent à jouer la carte de l'atome sans état d'âme : la Chine et plus encore la

Russie. En plus des 39 réacteurs en fonctionnement, l'empire du Milieu en compte 19 en construction et 22 en attente d'autorisation. Selon plusieurs estimations, la Chine pourrait concentrer jusqu'à 80% des chantiers nucléaires en 2030. Depuis début 2017, sur les sept centrales mises en service sur la planète, cinq l'ont été en Chine. Parmi elles, Taishan. Connecté au réseau le 20 juin dernier, ce projet piloté par EDF au côté du maître d'œuvre China General Nuclear Power Corporation (CGNPC) est le premier réacteur EPR à entrer en activité. Aujourd'hui, la Chine maîtrise toute la chaîne de production d'une centrale nucléaire. Pour se doter rapide-

ment des technologies ad hoc, l'empire du Milieu a fait ses courses au Canada, aux Etats-Unis et en France, via des partenariats avec EDF et Areva. Depuis maintenant plusieurs années, les géants chinois de l'atome poussent leurs pions à l'exportation. Ces derniers ont déjà vendu 4 réacteurs au Pakistan et signé un contrat avec la Roumanie pour terminer la construction des réacteurs 3 et 4 de Cernavod. D'autres deals avec l'Argentine, le Royaume-Uni, l'Iran, la Turquie, l'Afrique du Sud, le Kenya, l'Egypte, le Soudan, l'Arménie et le Kazakhstan sont en cours de négociation. Pour décrocher ces contrats, les Chinois mettent le paquet. « Ils apportent le financement sur ►►►

En couverture

►►► trente ans via les banques d'Etat, explique Marc-Antoine Eymazze, à l'Ifr. Ils assurent la gestion de la centrale le temps nécessaire jusqu'à ce que les équipes locales soient à même de prendre le relais et vont même jusqu'à garantir l'approvisionnement en ura-

nium pour quarante ans à leurs clients. » Afin d'être compétitif à l'exportation, les autorités chinoises poussent au regroupement des champions nationaux, comme l'illustre la fusion début 2018 des géants étatiques du nucléaire chinois CNEC (China Nu-

clear Engineering & Construction) et CNNC, partenaire d'Areva. Objectif : pouvoir vendre des réacteurs 100% made in China. Pour asseoir sa crédibilité, la Chine doit obtenir le visa d'une autorité de sûreté européenne. L'association du géant chinois CGNPC avec EDF sur l'EPR d'Hinkley Point au Royaume-Uni s'inscrit dans cette perspective (lire ci-contre). En contrepartie de sa participation au financement, CGNPC a décroché l'installation d'un réacteur chinois (Hualong) dans le cadre d'un autre projet mené par l'énergéticien français en Grande-Bretagne, avec dans son viseur la certification par le régulateur britannique.

La Russie, concurrent de taille

Mais les Chinois doivent aussi faire face à un concurrent de taille à l'exportation : la Russie. Fort d'une technologie éprouvée et relativement bon marché et d'une main-d'œuvre qualifiée, l'entreprise d'Etat Rosatom est capable de produire des petits réacteurs (VVER 600) ou des gros (VVER1200) quasiment en série. Du coup, son carnet de commandes s'est étoffé pour atteindre les 300 milliards de dollars aujourd'hui, ce qui représente 60% de l'ensemble des centrales nucléaires en projet ou en construction. Pas étonnant dans ces conditions que quelque 34 réacteurs en chantier dans douze pays soient russes.

Centrales dites à neutrons rapides (qui limitent les déchets radioactifs), à haute température ou réacteurs à eau supercritique... : l'industrie du nucléaire mise aussi sur la carte de l'innovation (lire ci-contre) face aux énergies renouvelables. « Mais ces technologies qui sont loin d'avoir fait leurs preuves ne pourront pas être généralisées avant une vingtaine d'années, tranche Mycle Schneider. En termes de coût et de rapidité opérationnelle, mieux vaut donc investir dans le renouvelable. » Champion du nucléaire, les Chinois font aussi ce calcul. L'an dernier, Pékin a injecté 133 milliards de dollars dans le solaire et l'éolien, soit plus du double des Etats-Unis. Comme si l'empire du Milieu ne pouvait se permettre aucun relâchement sur aucune technologie.

Jean-Pierre de La Rocque

Tuiles en série sur le chantier de l'EPR britannique

Les emmerdes, ça vole toujours en escadrille. Pas sûr que le très sérieux Jean-Bernard Lévy, le PDG d'EDF, reprenne, même en privé, la célèbre formule de Jacques Chirac lorsqu'il évoque le projet de la centrale EPR d'Hinkley Point en Grande-Bretagne. Pourtant, ce programme piloté par l'énergéticien français, qui en contrôle 66,5% (les 33,5% restants sont détenus par le chinois China General Nuclear Power Corporation), ne cesse d'accumuler les tuiles depuis son approbation par le gouvernement britannique le 15 septembre 2016. Premier souci : moins d'un an après sa signature, l'énergéticien a annoncé des surcoûts de 1,7 milliard d'euros, pour un coût global de 22,3 milliards d'euros, ainsi qu'un risque de retard sur le calendrier initial (2025) de quinze mois pour le premier réacteur et de neuf mois pour le second. Or, si ces délais sont avérés, ils entraîneront un dépassement supplémentaire de

800 millions d'euros par rapport au devis initial. Deuxième problème : ces dérapages budgétaires passent d'autant plus mal outre-Manche qu'EDF va profiter de conditions commerciales jugées exorbitantes par le National Audit Office (NAO), organisme de contrôle du Parlement. Dans un rapport publié en juin 2017, le NAO estime que l'accord signé par le ministère de l'Economie britannique avec EDF « a enfermé les consommateurs dans un projet risqué et coûteux avec des bénéfices stratégiques et économiques incertains ». En novembre 2017, la commission aux comptes publics de la Chambre des communes britannique a enfoncé le clou en dénonçant de « graves erreurs stratégiques » dans la conduite du projet et reproché au gouvernement de n'avoir pas prévu de revoir les termes de l'accord qui va coûter très cher aux consommateurs. En vertu du contrat conclu dès 2013 avec Londres, EDF doit en

effet bénéficier pendant trente-cinq ans d'un tarif garanti de rachat de l'électricité de 110 euros par mégawatt-heure contre... 60 euros pour les prix du marché aujourd'hui. En outre, ce prix garanti à l'énergéticien français s'avère plus élevé que celui des 11 projets d'éoliennes en mer lauréats du dernier appel d'offres de 2017, soit 80 euros par MWh en moyenne, pour une mise en service prévue entre 2021-2023. Nul doute dans un tel contexte qu'EDF risque d'avoir le plus grand mal à obtenir les mêmes conditions tarifaires pour les deux nouveaux EPR que l'énergéticien français souhaite construire à Sizewell, dans le Suffolk (au nord-est de Londres). Mais la préoccupation première de ses dirigeants est d'assurer la mise en service, dans de bonnes conditions et sans trop de retard, de la centrale d'Hinkley Point. Cela reste après tout le meilleur argument commercial ! ■



Construction de la centrale d'Hinkley Point, dans le Somerset, en Angleterre. EDF a annoncé des surcoûts de 1,7 milliard d'euros et un risque de retard sur le calendrier initial fixé à 2025.



Dans un réacteur expérimental, à Cadarache. Le projet Iter, qui vise à exploiter l'énergie des réactions de fusion nucléaire, accumule retards et surcoûts.

Astrid et Iter esquissent les réacteurs du futur

La filière nucléaire planche sur deux technologies : l'une basée sur la fission, l'autre sur la fusion, quatre fois plus énergétique. Rendez-vous après 2030.

Les plus vieux réacteurs du parc nucléaire français – ceux mis en service en 1978 par exemple – vont atteindre l'âge canonique de 40 ans, la limite initialement prévue de leur fonctionnement. Les acteurs du nucléaire préparent déjà le futur au sein du Forum international Génération IV, lancé en 2000 par le département de l'Energie des Etats-Unis. C'est une rencontre entre douze Etats dont le but est de réfléchir aux futures générations de réacteurs, même si elles ne devraient pas voir le jour avant 2030.

Les installations actuellement en fonctionnement représentent la Génération II, celles en cours de construction, comme l'EPR, portent le nom de Génération III. Pour la Génération IV, six concepts ont été sélectionnés et la faisabilité d'un seul d'entre eux a, pour l'heure, été prouvée : il s'agit des réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium, soit RNR-Na.

Le prototype français de ce type de réacteur s'appelle Astrid, développé par le CEA depuis 2010 à Marcoule (Gard). Pour comprendre la différence avec les réacteurs actuels, il faut préciser que, lors d'une réaction de fission nucléaire, les neutrons émis doivent être ralentis – par un modérateur comme du gra-

phite par exemple. C'est à ce prix que leur probabilité de collision avec l'uranium 235 et le déclenchement de réaction de fission en chaîne devient optimale.

Pour les RNR, c'est le choix inverse : les neutrons ne sont pas ralentis et, de ce fait, ils peuvent provoquer la fission de tous les noyaux lourds, et pas seulement celle de l'uranium 235. Résultat : ces réacteurs peuvent consommer tout type d'uranium – l'isotope 235 et 238 – et aussi le plutonium issu du combustible utilisé des centrales actuelles. Une perspective a priori alléchante. Cependant, c'est le choix du sodium (Na) comme fluide caloporteur qui est souvent critiqué. Car le sodium a aussi un gros inconvénient : une très forte réactivité avec l'oxygène et l'eau. La moindre fuite pourrait déclencher des incendies, comme ce fut le cas sur le réacteur RNR-Na de Monju de la centrale de Tsuruga, au Japon, en décembre 1995.

110 millions de degrés

Un tel accident pourrait provoquer la rupture de l'enceinte de confinement et aboutir à la diffusion du plutonium très toxique dans l'atmosphère. Pour faire face à ce risque, le CEA développe « un cœur dont la réactivité diminue en cas de fuite de sodium jusqu'à l'arrêt des réac-

tions nucléaires ». Depuis 2014, Astrid est développé en partenariat avec le Japon. A l'origine, le réacteur devait être d'une puissance de 600 mégawatts et sa mise en service prévue à l'horizon 2040 pour un coût global estimé à 5 milliards d'euros. Sa puissance sera probablement revue à la baisse.

L'autre perspective de la filière du nucléaire est d'exploiter l'énergie des réactions de fusion, plus difficiles à maîtriser. Le principe : deux noyaux légers fusionnent pour en former un plus lourd. Environ quatre fois plus énergétique que la fission, la fusion est le processus à l'œuvre au sein des étoiles. Seulement, pour que deux éléments légers fusionnent spontanément, il faut que la matière soit à l'état de plasma. Pour cela, de gigantesques machines – des tokamaks, comme Iter et son réacteur expérimental plus petit, Tore Supra –, expérimentées à Cadarache (Bouches-du-Rhône), maintiennent le combustible dans un état de confinement grâce à des aimants supraconducteurs. A l'intérieur de Tore Supra, l'équivalent d'un dé à coudre de deutérium ainsi que du tritium doivent être portés à des températures de 110 millions de degrés. En principe, un tel plasma libère un flux de neutrons énergétiques qui risque de détériorer les parois du réacteur. Le CEA essaye donc un nouveau matériau, le tungstène. Le plasma en deutérium-tritium d'Iter n'est pas prévu avant 2035. Ce chantier gigantesque, qui regroupe 35 pays, a accumulé retards, difficultés techniques et dérapages financiers : son budget est passé de 5 à 19 milliards d'euros. Des éléments qui en font un projet controversé.

Azar Khalatbari
(Sciences & Avenir)