

L'énergie nucléaire

Alan McDonald

dans le monde

État des lieux et perspectives d'avenir de la production nucléaire d'électricité dans le monde.

Le débat qui a lieu actuellement sur la production nucléaire d'électricité devrait prendre en compte trois principales réalités :

Premièrement, la demande d'énergie nucléaire augmente.

Deuxièmement, il n'existe pas de « taille unique » ; on ne peut apporter à des questions du type « Le nucléaire est-il économique ? » une réponse universelle. C'est comme pour tout : la réponse est « ça dépend », parfois oui, parfois non. Il n'existe pas, surtout dans le cas du nucléaire, de taille unique.

Le troisième élément est l'économie. La mesure dans laquelle le nucléaire répondra aux attentes dépendra de son coût par rapport à celui des autres sources d'énergie. L'industrie nucléaire peut certes intervenir sur ce point en réduisant ses coûts, mais il existe des facteurs externes, comme le prix du gaz naturel ou des crédits-carbone, qui détermineront, pour un investisseur, si le nucléaire est une option rentable.

Le bilan

Le nucléaire s'est développé rapidement dans le monde entre 1960 et la fin des années 1980 ; en 1986, il représentait 16% à la production mondiale d'électricité. Sa croissance s'est ensuite ralentie (voir le graphique « Projections de la capacité de production nucléaire d'électricité »), mais sa contribution de 16% à la production d'électricité s'est globalement maintenue les 20 années suivantes. Cette stabilité était le signe que la production nucléaire d'électricité croissait au même rythme que la production globale. Cette situation s'est expliquée par la faible croissance de la capacité et par l'augmentation constante du nombre de réacteurs dans les années 1990 (voir le graphique « Augmentation de la capacité et de la production nucléaire d'électricité »). Le taux de disponibilité en énergie est la quantité d'électricité qu'un réacteur peut produire s'il fonctionne toute l'année en régime continu à sa puissance nominale.

Dans les années 1990, ce taux a augmenté grâce, principalement, à la déréglementation et à l'amélioration des techniques, de la gestion et de la sûreté.

L'amélioration des techniques et de la gestion a été la raison la plus simple. Toute industrie s'améliore constamment, tirant profit de nouveaux matériaux, de nouveaux ordinateurs, de nouvelles procédures de contrôle de la qualité, etc. L'industrie nucléaire n'est en rien différente.

Grâce à la déréglementation, les économies tirées de ces améliorations n'ont pas été automatiquement répercutées sur le consommateur, mais ont pu être partiellement conservées comme bénéfices. Cela a incité à accroître les taux de disponibilité.

Après l'accident de Tchernobyl, en 1986, d'importantes améliorations ont été apportées à la sûreté. L'accident a réellement incité à communiquer sur les meilleures pratiques, à faire réaliser des examens par des confrères, à signaler les incidents et à apprendre les uns des autres. Cela s'est fait dans l'intérêt de la sûreté, mais a aussi eu pour effet d'améliorer la performance d'exploitation et la disponibilité. Une centrale plus sûre est également plus rentable.

Comme le montre le graphique « Augmentation de la capacité et de la production nucléaire d'électricité », l'augmentation de la disponibilité moyenne mondiale s'est ralentie ces dernières années. C'est pourquoi, en partie, la contribution du nucléaire à la production mondiale d'électricité n'a été que de 15% en 2006.

Le monde d'un coup d'oeil

La situation actuelle de la production nucléaire d'électricité dans le monde varie considérablement. Dans les 30 pays qui possèdent une capacité nucléaire de production d'électricité, le pourcentage d'électricité qui provient du nucléaire va de 78% en France à seulement 2% en Chine.

Dans les 30 pays qui possèdent une capacité nucléaire de production d'électricité, le pourcentage d'électricité qui provient du nucléaire va de 78% en France à seulement 2% en Chine.

Au total, en mars 2008, on recensait dans le monde 439 réacteurs nucléaires et 35 autres en construction. Aux premiers rangs venaient les États-Unis (104), la France (59), le Japon (55) et la Russie (31 et 7 en construction).

Actuellement, la production nucléaire d'électricité se développe principalement en Asie. À titre d'illustration, 20 des 35 centrales en construction et 28 des 39 dernières centrales raccordées au réseau sont situées sur ce continent.

Des attentes croissantes

On parle de plus en plus, souvent lorsqu'on évoque le réchauffement planétaire et les changements climatiques, de production nucléaire d'électricité. Ce regain d'attention suscite, sur les avantages et les inconvénients de cette technologie, un débat auquel participent les médias, les responsables politiques et le public. La réalité répondra-t-elle, cependant, à ces attentes croissantes ?

Le Département de l'énergie nucléaire de l'AIEA produit, pour ce qui est de la capacité de production nucléaire d'électricité installée dans le monde, deux projections : une basse et une haute, actualisées chaque année.

La projection basse inclut les plans fermes de construction, de prolongation et de mise hors service de centrales annoncés par les gouvernements et par les compagnies d'électricité. Dans ce scénario, on aurait une croissance modérée mais constante donnant 447 GW(e) en 2030. La projection haute ajoute les réacteurs envisagés par les plans à long terme des gouvernements et des compagnies d'électricité. La capacité totale atteint alors 691 GW(e) en 2030. En ce qui concerne la production d'électricité, l'augmentation d'ici à 2030 serait de 25% dans la projection basse et de 93% dans la projection haute.

Les barres du graphique « Projections de la capacité de production nucléaire d'électricité » montrent où l'on prévoit un développement du nucléaire. Pendant quelques décennies encore, même dans la projection haute, le nucléaire restera principalement une technologie de pays industrialisés et de grands pays en développement.

Ainsi, s'il est répondu aux attentes d'aujourd'hui, les augmentations auront probablement lieu parce que les pays qui utilisent déjà l'énergie nucléaire auront construit davantage, pas parce que de nouveaux pays, industrialisés ou en développement, auront décidé de lancer de nouveaux programmes. De nouveaux pays, certes, se seront joints à eux. La projection haute prévoit, en 2030, une vingtaine de nouveaux pays possédant des centrales nucléaires.

Les ressorts

Qu'est-ce qui pousse donc les pays vers le nucléaire ? Cinq raisons possibles.

Premièrement, le bilan. Le monde possède aujourd'hui quelque 12 700 années-réacteurs d'expérience. Les bilans d'exploitation et de sûreté des modèles en service sont excellents.

Deuxièmement, on continue de prévoir une croissance persistante de la demande d'énergie.

Troisièmement, la sécurité d'approvisionnement. Dans les années 1970, l'inquiétude causée par les chocs pétroliers a été l'une des principales raisons du développement du nucléaire au Japon et en France. Il n'est pas impossible que ce facteur joue encore aujourd'hui.

Quatrièmement, les vastes plans de développement de pays tels que la Chine et l'Inde ont un effet important sur les aspirations mondiales.

Enfin, du fait de l'entrée en vigueur de nouvelles contraintes environnementales comme le Protocole de Kyoto, il devient financièrement intéressant d'éviter les émissions de gaz à effet de serre.

Asie : un secteur en expansion

Quelles sont, par conséquent, les perspectives de la production nucléaire d'électricité dans le monde ? Notre tour d'horizon commence par l'Asie, région du monde où se concentre l'essentiel de cette expansion.

Inde

L'Inde produit moins de 3% de son électricité au moyen du nucléaire, mais elle est, avec la Chine et la Russie, l'un des pays où se construisent le plus de nouvelles centrales, avec 6 des 35 réacteurs en construction dans le monde.

Ses plans d'avenir, cependant, sont encore plus impressionnants : une production multipliée par huit d'ici à 2022 pour atteindre 10% de l'offre d'électricité et par 70 d'ici à 2052 pour atteindre 26%. Ce chiffre, certes remarquable, correspond en fait à un taux de croissance moyen de 9,5% par an, ce qui est légèrement inférieur au taux moyen de croissance mondiale du nucléaire enregistré entre 1970 et 2002. Il n'est donc pas sans précédent.

Chine

La Chine, comme l'Inde, doit faire face à une croissance rapide de sa demande d'énergie et cherche à accroître sa capacité de production par tous les moyens possibles, y compris le nucléaire. Le pays construit actuellement six réacteurs et prévoit de quintupler sa capacité de production d'ici à 2020.

Comme, cependant, la demande d'énergie du pays va continuer de croître, cela continuera de ne représenter que 4% de l'électricité produite alors. À l'avenir, il se pourrait que la Chine devienne exportateur de techniques et de services, en particulier en Asie.

Japon

De l'autre côté de la mer se trouve le Japon, pays qui compte 55 réacteurs, en construit un et prévoit de porter de 30% en 2006 à plus de 40% avant 2020 la part du nucléaire dans la production d'électricité.

République de Corée

Autre pays d'Asie très attaché au nucléaire: la Corée du Sud, avec 20 réacteurs en service et trois en construction. Le nucléaire produit déjà près de 40% de l'électricité du pays.

Europe : un tableau contrasté

L'Europe montre parfaitement qu'il n'existe pas de «taille unique».

La Russie compte 31 réacteurs en service et sept en construction et prévoit de développer fortement le nucléaire. Dans le cadre de l'Initiative pour une infrastructure nucléaire mondiale lancée par le Président Poutine, elle envisage également de proposer des services intégrés relatifs au cycle du combustible et, éventuellement, de louer du combustible, d'en retraiter pour les pays intéressés et même de louer des réacteurs.

Ensemble, le reste de l'Europe compte 167 réacteurs en service et six en construction. En son sein, cependant, certains pays interdisent le nucléaire (Autriche, Danemark et Irlande), d'autres l'éliminent progressivement (Allemagne et Belgique) et d'autres le développent (Finlande, France, Bulgarie et Ukraine). En 2005, la Finlande a entrepris la construction d'Olkiluoto-3, première nouvelle construction ouest-européenne depuis 1991. En 2007, la France a lancé la construction de Flamanville-3.

Le Royaume-Uni, avec 19 centrales en service, pour la plupart relativement anciennes, a été le principal élément imprévisible jusqu'en janvier 2008, date à laquelle il a décidé que les investisseurs devaient pouvoir construire de nouvelles centrales nucléaires sur son territoire et que le gouvernement devait réduire les risques de réglementation et de planification.

Les trois États baltes et la Pologne sont convenus en principe de construire une centrale nucléaire en Lituanie d'ici à 2015; en 2007, cette dernière a promulgué une législation rendant cette construction possible. La Turquie a fait de même.

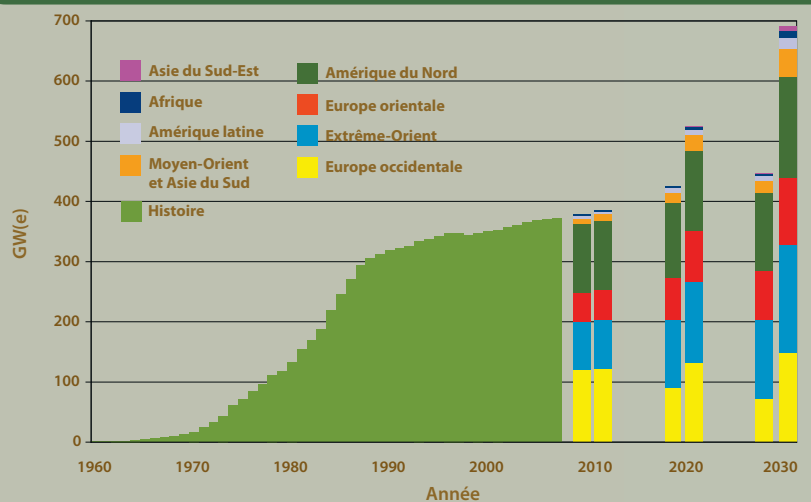
Amériques : un tableau varié

Tout comme l'Europe, les Amériques présentent un tableau contrasté.

États-Unis

Les États-Unis comptent 104 réacteurs, qui produisent 19% de l'électricité du pays. Ces dernières décennies, celui-ci s'est principalement attaché à améliorer le taux de disponibilité des réacteurs, à «pousser» les réacteurs existants et à renouveler leur licence d'exploitation. À ce jour, 48 réacteurs ont été prolongés de 20 ans, ce qui a porté leur durée de vie à 60 ans.

Projections de la capacité de production nucléaire d'électricité dans le monde, 2020-2030



On prévoit que la production nucléaire d'électricité va se développer principalement dans les pays où elle est déjà implantée.

Source : AIEA

Actuellement, trois quarts des réacteurs ont obtenu un renouvellement de licence, en ont demandé un ou ont annoncé leur intention de le faire. Jusqu'à récemment, cependant, il n'existait, aux États-Unis, aucune justification économique à la création de nouvelles capacités. Le charbon ne manque pas, le gaz naturel est bon marché et le Protocole de Kyoto ne s'applique pas. En outre, les investisseurs se méfient des risques financiers et des retards qui peuvent ruiner un projet nucléaire.

Il semble, cependant, que les choses soient en train de changer. En 2007, un réacteur qui était hors service depuis des années a été redémarré et l'on a repris la construction d'un autre réacteur. Pour les nouvelles constructions, la loi de 2005 sur l'énergie prévoit des garanties de prêt, des crédits d'impôt et d'autres moyens de réduire les risques financiers. En 2007, la Commission de la réglementation nucléaire a accordé ses premiers permis d'implantation, certifiant trois sites appropriés à de nouvelles constructions, et elle traite actuellement deux

autres demandes. Toujours en 2007, elle a reçu quatre demandes de licence combinée, les premières du genre en près de 30 ans. Elle en attend 21, pour un total de 32 réacteurs, d'ici à la fin de 2009.

Canada

Le Canada possède 18 réacteurs, qui produisent 16% de son électricité. Deux compagnies ont déposé une demande de préparation de site en vue de l'éventuelle construction de deux centrales en Ontario tandis que l'an dernier, Energy Alberta a demandé une licence pour construire une nouvelle centrale dans le nord-ouest de cet État.

Argentine, Brésil et Mexique

L'Argentine, le Brésil et le Mexique possèdent chacun deux réacteurs, l'Argentine en construisant également un. À court terme, toute nouvelle construction aurait très probablement lieu en Argentine ou au Brésil.

Afrique

En Afrique, l'Afrique du Sud est le seul pays à exploiter des réacteurs nucléaires, au nombre de deux. Ce pays s'emploie également à faire la démonstration d'un nouveau réacteur de petite taille qu'il conçoit lui-même.

Les nouveaux venus

Douze des trente pays qui possèdent des réacteurs nucléaires en construisent actuellement d'autres, et quelques autres envisagent de le faire. L'Iran est le seul pays dépourvu de centrale qui en construit une. Outre les pays mentionnés plus haut, plusieurs pays en développement tels que l'Indonésie, l'Égypte, la Jordanie et le Vietnam ont évoqué la possibilité de construire une centrale nucléaire et pris les premières mesures en ce sens.

Cependant, même si ces aspirations se concrétisent, les augmentations des prochaines décennies se produiront dans les pays qui possèdent déjà des programmes nucléaires.

Clore le cycle

Qui dit production nucléaire d'électricité dit combustible usé. Alors que la France, la Chine, l'Inde, le Japon et la Russie retraitent (ou stockent en vue d'un futur retraitement) la plupart de leur combustible usé, le Canada, la Finlande, la Suède et les États-Unis ont opté pour l'évacuation directe. Pendant ce temps, la plupart des pays n'ont pas encore choisi leur stratégie. Ils stockent le combustible usé et suivent l'évolution des deux techniques.

Plusieurs initiatives, cependant, visent à atténuer le problème que pose la longue désintégration des déchets hautement radioactifs. En février 2006, les États-Unis ont annoncé la création d'un Partenariat mondial pour l'énergie nucléaire, qui prévoit notamment la mise au point de techniques de recyclage avancées. La France, quant à elle, met en œuvre une triple stratégie: partitionnement et transmutation (pour réduire la durée de désintégration); dépôts géologiques temporaires et définitifs; conditionnement et stockage de longue durée. D'autres pays recherchent des moyens de réduire les déchets de haute activité.

En définitive

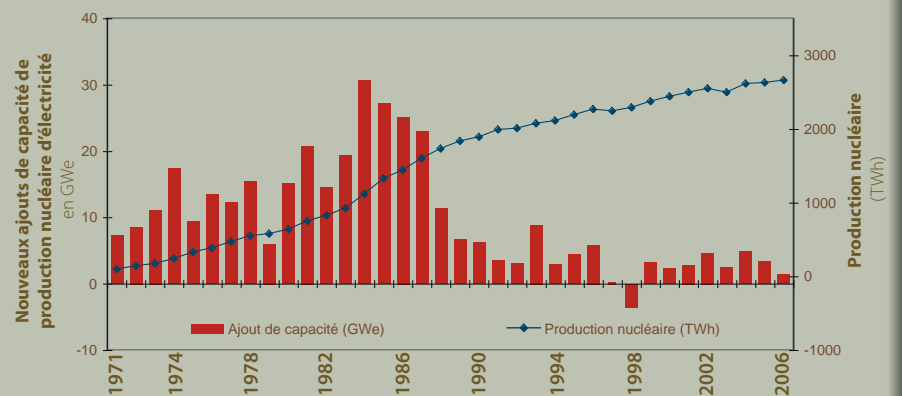
Par rapport aux centrales classiques, les centrales nucléaires sont chères à construire, mais économiques à exploiter. Cela fait du nucléaire une option attrayante pour certains investisseurs dans certaines situations, mais pas la solution de choix pour tous.

En général, le nucléaire est plus attrayant dans les pays où la demande d'énergie croît rapidement, comme en Chine et en Inde; où les autres solutions sont rares ou onéreuses, comme au Japon et en Corée du Sud; où la sécurité d'approvisionnement est une priorité, comme, encore, au Japon et en Corée et, peut-être, à l'avenir en Europe; où la lutte contre la pollution de l'air et les émissions de gaz à effet de serre est une priorité; où le financement peut s'étaler sur le long terme et où le risque financier est faible.

En définitive, la concrétisation des attentes croissantes que suscite le nucléaire dépendra des réalités économiques.

Alan McDonald (A.McDonald@iaea.org) est analyste principal au Département de l'énergie nucléaire de l'AIEA.

Augmentation de la capacité et de la production nucléaire d'électricité, 1971-2006



La production nucléaire d'électricité augmente plus rapidement que la capacité.

Source: AIEA