



Expérience de laboratoire  
devenue technologie  
éprouvée, l'énergie  
nucléaire traverse  
aujourd'hui une  
mauvaise passe

Centrale nucléaire en chantier, Kudankulam, Inde.

# La puissance de l'atome

Lucas Davis et Catherine Hausman

**L**ONGTEMPS avant l'engouement actuel pour les panneaux solaires et autres énergies renouvelables, une technologie a comme par magie transformé une poussière jaune en électricité. En 1942, sur un court de squash abandonné de l'Université de Chicago, le physicien italien Enrico Fermi a démontré qu'il était possible de produire de l'électricité par une réaction nucléaire en chaîne. Les premiers temps, on misait sur le nucléaire, «si bon marché que cela ne vaudrait pas la peine d'installer des compteurs», pour remplacer les combustibles fossiles de l'époque par une énergie plus propre et moderne.

Soixante-quinze années ont passé et le nucléaire joue effectivement un rôle central dans la production d'électricité mondiale. L'an dernier, il a fourni pas moins de 2,4 petawatts/heure, soit assez pour satisfaire 10 % de la demande mondiale. Et, à la différence des énergies fossiles, les centrales nucléaires ne dégagent pas de CO<sub>2</sub>, principale cause du changement climatique.

On dénombre 400 réacteurs en fonctionnement sur 5 continents. Les parcs nucléaires les plus importants se trouvent en Europe de l'Ouest (France en tête) et en Amérique du Nord (États-Unis en tête), mais l'Asie compte aussi un grand nombre de centrales — principalement en Chine, au Japon et en Corée. En tout, 31 pays ont au moins un réacteur en service.

Cela dit, le nucléaire n'a pas tenu toutes ses promesses. Les expériences initiales de Fermi ont été financées avec un budget dérisoire, mais il a été remarquablement difficile de développer cette technologie à un coût assez faible pour concurrencer les énergies fossiles. Et, de nos jours, l'avenir du nucléaire est très incertain. Alors que certains pays, la Chine notamment,

multiplient les centrales, l'Allemagne a décidé, sous la pression de l'opinion publique, de démanteler progressivement ses réacteurs.

Il est plus crucial que jamais de comprendre les forces économiques et réglementaires à l'œuvre. La catastrophe de Fukushima a mis au grand jour les risques inhérents à l'atome. Cependant, à l'approche des négociations à Paris sur le changement climatique, il est particulièrement opportun de se pencher sur l'avenir de l'énergie nucléaire.

Logiquement, les partisans du nucléaire sont nombreux à considérer qu'il est un élément crucial de la lutte contre le changement climatique. Avec 500 grammes d'uranium, on obtient autant d'électricité qu'avec 8.000 kilos de charbon. Et alors que le nucléaire ne produit quasiment pas d'émissions, la combustion de charbon et autres énergies fossiles cause des rejets de CO<sub>2</sub>, de dioxydes de soufre, d'oxydes d'azote et de mercure.

De quelle quantité de CO<sub>2</sub> s'agit-il? C'est simple : si l'on remplaçait tous les réacteurs atomiques actuels par des centrales aux énergies fossiles, les émissions de CO<sub>2</sub> augmenteraient de 2 milliards de tonnes par an, soit un peu moins que le total des émissions combinées de l'Allemagne, de la France, de l'Italie et du Royaume-Uni. L'éolien et le solaire progressent dans le monde entier, mais ne peuvent pas combler le vide de manière fiable.

## Des hauts et des bas

Malgré l'attention accrue portée au changement climatique, relativement peu de centrales nucléaires ont été construites ces 30 dernières années. Le nucléaire s'est d'abord beaucoup développé en Europe de l'Ouest et en Amérique du Nord dans les années 60 et 70 (voir graphique). Nombre de ces projets

n'ont pas été achevés avant le milieu des années 80 et il y en a eu relativement peu d'autres depuis 1990.

La construction de nouvelles centrales a repris de l'essor en 2008 et 2009, et continué en dépit de l'accident de Fukushima en 2011. Actuellement, il y a 70 réacteurs en chantier de par le monde, soit un tiers environ du pic de la fin des années 70. L'Asie en compte 46, l'Europe de l'Est et la Russie 15 et les États-Unis 5. La Chine mène le jeu avec 26 réacteurs en construction et des douzaines d'autres prévus pour la prochaine décennie.

Pourquoi ne construisons-nous pas plus de centrales? La raison principale est probablement leur coût de construction. Cela demande des architectes et ingénieurs hautement qualifiés et spécialisés pour diriger chacune des phases — conception, construction, assemblage et mise à l'essai. Et à cause de la taille même des centrales nucléaires, la plupart des éléments doivent être conçus et façonnés spécialement, souvent par un nombre de fournisseurs limité. De plus, la construction prend beaucoup de temps, si bien que les coûts de financement sont énormes.

Les centrales nucléaires ont toujours coûté cher. Mais, depuis peu, il semble que les coûts de construction ont en fait augmenté. Lors de la récente vague de mises en chantier, la compagnie française Areva a lancé la construction de deux réacteurs de «nouvelle génération» à Olkiluoto (Finlande) et à Flamanville (France). Ces nouvelles installations devaient, selon beaucoup de défenseurs de l'atome, ouvrir une ère nouvelle du nucléaire européen. Or les deux projets ont été assaillis de problèmes et de retards. Les coûts sont désormais estimés dans les deux cas à plus du triple des estimations initiales. De même, un nouveau

## On pourrait réduire les coûts initiaux et faciliter l'implantation des centrales en construisant beaucoup de réacteurs plus petits et identiques.

chantier de centrale commence à peine à Hinkley Point, au sud-ouest de l'Angleterre, mais il a déjà plusieurs années de retard sur le calendrier et pourrait coûter au moins 25 milliards de dollars.

Ces dépassements de coût illustrent avec clarté quelques-unes des embûches qui peuvent se présenter en cours de construction. Tout récemment, Areva a découvert un problème de qualité de l'acier utilisé pour le caisson du réacteur à Flamanville. Les centrales atomiques sont soumises à des règles de sécurité si strictes que des retards et surcoûts sont presque inévitables.

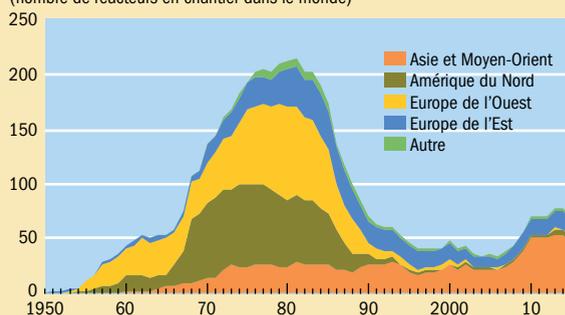
On a toujours espéré que l'apprentissage par la pratique ferait baisser les coûts de construction du nucléaire. Plus l'on construirait, plus le coût diminuerait. Les données empiriques ne sont pas concluantes, mais ce n'est sans doute pas un hasard si, de nos jours, les coûts les plus bas se trouvent en Chine, où les capacités nucléaires augmentent le plus vite. Il est crucial pour l'industrie nucléaire d'étudier de près ces nouvelles réalisations chinoises pour comprendre comment les coûts ont pu être réduits.

Autre cause potentielle d'optimisme : les petits réacteurs modulaires. On pourrait réduire les coûts initiaux et faciliter

### L'ascension de l'atome

La construction de centrales nucléaires a culminé vers la fin des années 70.

(nombre de réacteurs en chantier dans le monde)



Source : Agence internationale de l'énergie atomique, 2015, *Nuclear Power Reactors in the World*.

l'implantation des centrales en construisant beaucoup de réacteurs plus petits et identiques. Plusieurs jeunes pousses atypiques dans le secteur se sont lancées sur cette piste et les spécialistes suivent de très près le développement de cette technologie et attendent impatiemment des projets de démonstration.

### Autres difficultés

L'industrie nucléaire n'aura pas la partie facile. Outre les coûts de construction élevés, elle se heurte à d'autres obstacles. En Amérique du Nord, par exemple, le gaz naturel est si bon marché qu'il est difficile de justifier un autre type de centrale. Même en vendant de l'électricité à tour de bras, les bénéficiaires ne suffiraient pas à régler la facture d'une nouvelle centrale nucléaire.

En Amérique du Nord, même les centrales existantes ont des difficultés financières. Depuis 2010, cinq réacteurs ont été arrêtés. Deux autres centrales ont annoncé qu'elles allaient fermer avant l'échéance, la dernière en octobre 2015. Principale cause citée par les exploitants dans les deux cas : de mauvaises perspectives économiques. Les analystes prévoient des fermetures sur d'autres sites, le problème réel étant le faible coût du gaz naturel.

Et, bien entendu, l'approbation de l'opinion publique joue pour beaucoup dans le sort de toute centrale existante ou nouvelle. La baisse de la cote du nucléaire depuis Fukushima, les craintes que continue à susciter le stockage du combustible irradié, la diminution du coût des énergies renouvelables et l'absence de tarification mondiale des émissions de carbone ont contribué aux difficultés que rencontre l'énergie nucléaire.

Le monde s'achemine-t-il vers une renaissance du nucléaire, avec la Chine en porte-drapeau? Le point d'inflexion que beaucoup avaient espéré n'est pas encore atteint. Les coûts de construction restent trop élevés, les nouvelles technologies trop bon marché, et la volonté collective de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> fait encore défaut. Un concours de facteurs pourrait faire du nucléaire une option économique viable. Sinon, le rôle de l'atome se réduira au fil du temps à une fraction de la production d'électricité. ■

*Lucas Davis est professeur associé à la Haas School of Business de l'Université de Californie à Berkeley et Directeur de l'Energy Institute à Haas, et Catherine Hausman est professeure assistante à la Ford School of Public Policy de l'Université du Michigan.*