

LE NUCLÉAIRE

dans le monde, demain...

Le réchauffement climatique, maintenant visible et prégnant, rebat complètement les cartes d'un secteur énergétique qui se nourrit à 80 % d'énergies fossiles. Il s'est donc engagé dans une mutation massive, développe et déploie, à vitesse accélérée, les quelques technologies peu émettrices de gaz à effet de serre.



Alain Vallée

Bio express

Alain Vallée est Partenaire de NucAdvisor et en a été le président de 2014 à 2021. Il s'est impliqué dans de nombreux projets menés par la société, notamment dans des pays primo-accédants à des technologies nucléaires. Auparavant, il avait travaillé chez Framatome dont il fut le Directeur Technique, et au CEA où il a dirigé les activités nucléaires du centre de Saclay.

Quand on doit éliminer le pétrole, le gaz et le charbon, le nombre de ressources envisageables se compte sur les doigts d'une main, et le nucléaire électrogène sera, à court, moyen et long terme, un élément incontournable du paysage énergétique mondial. Il le sera d'autant plus que réduire l'usage des carburants fossiles ne peut se réaliser qu'avec un appel accru à l'électricité dans les transports, l'habitat et l'in-

dustrie : au niveau mondial, la production électrique n'utilise aujourd'hui que 15% de l'énergie primaire consommée. Même en pariant sur des progrès majeurs d'efficacité énergétique, la demande électrique va donc fortement se renforcer, tant dans les pays développés, pour répondre aux nouveaux besoins, que dans les pays en voie de développement, pour accompagner leur développement économique.

Après une période incertaine, consécutive à l'accident de Fukushima, de nombreux pays s'engagent résolument vers la réalisation de réacteurs, apportant une nouvelle dynamique à une industrie nucléaire électrogène mondiale dont le niveau de production stagnait et qui voyait inéluctablement sa contribution diminuer. Ce renouveau ne concerne pas uniquement la production d'électricité, car au même moment, un autre domaine nucléaire, la production de radioisotopes pour la médecine se trouve aussi en forte croissance.

Depuis le début du XXème siècle et l'utilisation des rayons X, la médecine a toujours largement employé des techniques nucléaires, avec un équilibre largement positif entre les risques et les bénéfices.

Les radiations, si elles sont à la source de certains cancers, sont aussi une arme efficace dans la lutte contre cette maladie. Elles y sont utilisées pour diagnostiquer les tumeurs et les éradiquer. Des progrès récents ont apporté une nouvelle dynamique à la demande de radioisotopes médicaux ; ils sont issus d'une capacité à lier certains d'entre eux, à vie très courte, avec des molécules qui en assurent le transport dans le corps humain, vers des tissus ou des organes avec lesquelles elles ont une affinité particulière. Le technétium 99, dont

l'isotope-mère est produit dans des réacteurs de recherche, est injecté chaque année à 40 millions de patients, afin de localiser des cellules tumorales. Cette technique de « liant » commence à être utilisée avec d'autres radioisotopes, comme le Lutetium 177, à des fins thérapeutiques, permettant de brûler de manière très ciblée les cellules tumorales.

Ces progrès en médecine nucléaire sont une forte incitation, dans de nombreux pays, à mettre en place et délivrer ce type de soins à leur population. Pour les isotopes produits en réacteurs, le marché est mondial, dominé par quelques acteurs dont les installations vieillissent. Les pays qui ont, à ce jour, un accès très limité à ces traitements, cherchent à monter en compétence et certains veulent même s'équiper de réacteurs de recherche pour garantir un approvisionnement indépendant.

L'énergie nucléaire est particulièrement complexe à maîtriser, et nécessite des compétences, des infrastructures adaptées et la mise en place d'organismes essentiels, comme une Autorité de Sécurité. Les réacteurs de recherche, plus simples que les réacteurs électrogènes, sont une bonne porte d'entrée. Leur utilisation est extrêmement diversifiée, et au-delà de leur usage médical, ils sont aussi employés pour la recherche scientifique, la recherche technologique, nucléaire ou non, et sont des outils de formation incomparables, dans le domaine du génie nucléaire.

Dans les 10 dernières années, 7 nouveaux réacteurs de ce type ont démarré dans le monde, 12 sont aujourd'hui en construction, et, d'après l'Agence internationale pour l'énergie atomique, 14 supplémentaires devraient être mis en chantier dans les prochaines années.

Depuis environ trois décennies, le niveau de commandes de nouveaux réacteurs électrogènes stagnait à un niveau très bas, quelques réacteurs par an, insuffisant pour maintenir globalement intactes les capacités industrielles, et permettre des effets de série, porteurs de productivité. Le marché s'était concentré sur les pays avancés, présentant un réseau électrique suffisamment robuste. Ce contexte, ainsi que la compétition économique avec les centrales à gaz et à charbon qui avaient bénéficié, dans les années 1990, de progrès technologiques majeurs, a incité les concepteurs de réacteurs à jouer sur l'effet de taille et favoriser la montée vers les fortes puissances.

De nombreux pays ont un réseau trop faible pour pouvoir accepter des réacteurs de 1 000 MWe ou plus. Or, à ce jour, les seules sources continues, non carbonées, pouvant produire l'électricité à la demande et accompagner le besoin, bases indispensables au développement économique, sont l'hydraulique et le nucléaire. Cette situation conduit beaucoup de pays émergents à s'intéresser au nucléaire, mais pour la plupart d'entre eux, le niveau de puissance actuel des réacteurs qui peut leur être proposés est trop élevé. Cela concerne principalement le Sud-Est asiatique, l'Afrique, l'Amérique Centrale et du Sud, où la population, et par conséquent, la demande énergétique, sont en forte croissance.

Le nucléaire n'est bien sûr pas la réponse générale à toutes ces attentes, mais il apportera sa contribution à la décarbonation des activités humaines, si son déploiement peut se faire dans un respect absolu des règles de sûreté, et par des réacteurs adaptés aux exigences de ces nouveaux marchés.

Depuis une trentaine d'années, de nombreux projets de réacteurs de petite puissance ont vu le jour, mais sont restés à l'état papier. Ils ont toujours buté sur la barrière économique au moment de la première réalisation, les prix bas du gaz et du charbon servant de référence pour le coût de l'électricité.

Le contexte a maintenant changé, avec la montée rapide du prix du carbone, et les conditions économiques sont devenues plus favorables pour l'émergence de petits réacteurs, les SMR, qui font l'objet de développements nombreux dans tous les pays bénéficiant d'une industrie nucléaire. La Russie et la Chine, qui ont pris le leadership du nucléaire mondial, viennent de



Construction d'un réacteur de recherche en Jordanie - Jordan Atomic Energy Authority.

démarrer et démarrent des prototypes, ouvrant la voie, dans un futur assez proche, à des prises internationales de commandes. Ils entrent dans une nouvelle phase, cruciale, celle de l'industrialisation, qui impose des investissements massifs dans les usines qui produiront en série les modules des réacteurs. Ceux-ci devront être identiques quel que soit le pays où ils sont vendus, impliquant la nécessité d'une grande homogénéité entre les approches de sûreté nationales, à l'image de ce qui se fait dans l'aéronautique.

L'énergie nucléaire est particulièrement complexe et très exigeante en termes de sûreté et de sécurité. Les pays qui y font appel doivent donc se préparer, et surtout faire en sorte que les acteurs locaux, autorités de sûreté ou opérateurs, ont les compétences et l'expérience nécessaire ; or la longue durée des projets nucléaires, bien gérée, permet une prise en main progressive.

NucAdvisor a travaillé et travaille à la préparation et à la réalisation des premiers projets nucléaires de divers pays, centres nucléaires, réacteurs de recherche ou préparation de programmes électrogènes. L'organisme en charge du projet recrute de jeunes ingénieurs locaux, souvent formés à l'étranger au génie nucléaire, qui composent le noyau initial et qui porteront la montée en compétence nucléaire du pays ; ils travaillent en étroite collaboration avec nos experts qui leur transmettent la culture nucléaire et des méthodes de travail dans un partage

concret d'expérience.

L'éducation et la formation de nouvelles générations d'ingénieurs et de techniciens sera une condition structurante à un développement harmonieux du nucléaire dans le monde, tant dans les pays maîtrisant déjà cette énergie, qui doivent y attirer les jeunes, que dans les pays démarrant des programmes, qui doivent leur apporter des expériences concrètes. Le transfert de savoir-faire est un des volets majeurs de la démarche internationale de NucAdvisor et répond à une attente essentielle de ceux qui nous font confiance. ✕

EN BREF

NucAdvisor est une société de conseil, créée en 2009 par un groupe d'anciens responsables de l'industrie nucléaire française. Le groupe Vinci, au-travers de Soletanche-Freyssinet, en est l'actionnaire majoritaire, au côté d'une quinzaine de Partenaires qui lui apportent compétences, expérience et réseau. La quasi-intégralité de son activité est internationale.