

PAR JEAN-PIERRE WEST



directeur adjoint  
d'EDF R & D,  
en charge du domaine  
production-ingénierie

# La R & D, source d'innovation pour la **sécurité** et les performances

La R & D contribue au progrès continu en matière de sûreté et de performance du parc nucléaire en exploitation, comme à la préparation de l'avenir de la filière. La mise en œuvre des innovations implique la levée de verrous ou de défis scientifiques majeurs.

■ Pour un énergéticien tel qu'EDF, l'enjeu principal de la R & D est d'aider à anticiper les différentes évolutions et de mettre en œuvre les modèles de développement ou d'affaires qui permettront d'y répondre avec la plus grande efficacité.

## Consolider le parc existant

Dans le domaine de l'énergie nucléaire, il faut d'abord consolider dans la durée l'atout que constitue le parc nucléaire français, avec des priorités clairement affichées autour de la sûreté et de la performance. Ces priorités sont des conditions préalables pour assurer l'allongement de la durée de fonctionnement des tranches actuelles, comme pour le développement de nouveaux modèles de réacteurs. Ainsi, et concrètement, renforcer l'atout nucléaire consiste à anticiper les évolutions technologiques, réglementaires ou de contexte, dans une logique de progrès continu fondée sur la recherche, la caractérisation et la mise en œuvre, avec une approche industrielle, d'innovations dans différents domaines.

## Protéger les centrales en exploitation

Dans le domaine de la sûreté et de la radioprotection des centrales en exploitation, la R & D contribue aux différentes étapes du processus par la connaissance et les méthodes de caractérisation des aléas naturels (inondation, agressions climatiques, séisme) et des

## REPÈRES

Le contexte énergétique est aujourd'hui caractérisé par des évolutions majeures. Les besoins croissants donnent à l'électricité un rôle essentiel. La préservation de l'environnement impose de lutter contre le réchauffement climatique. L'habitat urbain est dorénavant majoritaire dans le monde. Les utilisateurs deviennent des « acteurs » de leur consommation. La R & D vise à consolider et développer un « mix » de production à faible émission de carbone, ainsi qu'à mieux connaître la demande d'électricité et les nouveaux usages de cette énergie.

méthodes d'estimation de ces risques ; la maîtrise des études probabilistes de sûreté ; la connaissance des phénomènes physiques intervenant lors d'accidents graves, leur modélisation, l'évaluation de solutions permettant le maintien du corium dans les structures de confinement ou encore la quantification, les conséquences de rejets, et enfin la gestion de crise, la prise en compte du facteur socio-organisationnel et humain (culture sûreté et radioprotection, performance des organisations, etc.).

## Assurer la performance et la disponibilité

Pour répondre aux enjeux de sûreté et de performance du parc nucléaire en exploitation, la R & D met en œuvre des méthodes et outils innovants, utilisant les nouvelles technologies de traitement de l'information (réalité virtuelle, ou augmentée, traitement d'images, représentations 3D, etc.). L'objectif est d'aider l'exploitant à mieux préparer des interventions sur les installations, à former plus rapidement et efficacement les intervenants, à faciliter et

**Renforcer l'atout nucléaire, c'est anticiper les évolutions technologiques**

## Maintenance à « mi-vie »

**Le projet de « grand carénage » que va connaître le parc nucléaire français dans les années à venir doit assurer les grandes opérations de maintenance ou de remplacement de composants des centrales à « mi-vie ». Il intégrera les améliorations continues de sûreté déjà identifiées ainsi que les modifications post-Fukushima.**

accroître le nombre d'activités simultanées, et ainsi à gagner en efficacité et à fiabiliser les interventions en arrêt de tranche.

### Maîtriser la durée de fonctionnement

Maîtriser l'allongement de la durée de fonctionnement des centrales, c'est contrôler la compréhension, la modélisation, la prédiction des phénomènes de vieillissement des composants, pour permettre à l'exploitant de décider de la stratégie de leur maintenance ou de leur remplacement.

Ainsi, la R & D permet de sécuriser l'exploitation à long terme, en développant la connaissance des mécanismes de dégradation des matériaux, par une connaissance accrue du vieillissement des composants, par le développement de techniques de contrôles non destructifs ou par la maîtrise des outils de management de la valeur. Le développement de cette connaissance de la physique du vieillissement des matériaux et composants contribue également à l'accroissement de la sûreté et de la fiabilité des réacteurs par un accès et une analyse du retour d'expérience mondial.

### Améliorer la performance

Pour améliorer la performance des cœurs, du combustible et de l'aval du cycle du combustible nucléaire, il faut comprendre et justifier les améliorations des produits combustibles, évaluer des produits innovants, à plus long terme, permettant par exemple d'éviter le dégagement d'hydrogène ayant entraîné l'explosion à Fukushima. C'est pour répondre à ce risque que sont installés sur les REP français des « recombineurs » d'hydrogène. Il faut également évaluer les options de stockage ou d'entreposage des déchets ultimes de l'aval du cycle du combustible.

### Évaluer de nouveaux concepts

Dans le domaine des réacteurs à eau, l'objectif est d'évaluer différents concepts de réacteurs de taille intermédiaire ou encore les concepts plus innovants de SMR (*small modular reactors*), en cherchant à identifier les leviers pouvant rendre ces concepts prometteurs (sûreté, modularisation, interface réseau, etc.).

Sont évalués également les perspectives industrielles des réacteurs de 4<sup>e</sup> génération et leur cycle associé.

### Protéger l'environnement

La protection de l'environnement vise une maîtrise toujours accrue de l'impact des activités de production sur l'environnement (air, eau, sols et nappes, faune et flore) comme sur la santé. Cela, par une caractérisation plus fine des pollutions potentielles et la recherche de solutions de prévention ou de dépollution.


## Réhabiliter les zones touchées

**Dans le contexte post-Fukushima, il faut obtenir une caractérisation plus précise des événements externes et développer des méthodes de réhabilitation de zones impactées. Il faut également limiter les impacts des évolutions de l'environnement sur la performance des moyens de production, comme, par exemple, le risque de colmatage des sources froides des installations de production par des organismes vivants, ou encore l'impact du changement climatique, notamment sur les débits des fleuves.**

### Des thèmes scientifiques transverses

Ainsi, dans ces différents domaines, la R & D contribue au progrès continu en matière de sûreté et de performance dans la durée du parc nucléaire en exploitation, comme à la préparation de l'avenir de la filière.

La mise en œuvre de ces innovations suppose souvent la levée de verrous ou défis scientifiques majeurs associés à des thèmes scientifiques transverses, complexes, dont la résolution fait appel à des compétences multiples et qui ont largement contribué à bâtir le niveau d'excellence de la filière française, reconnu internationalement. ■



**Maîtriser  
l'impact  
des activités  
de production  
sur l'environnement**

PAR JÉRÔME STUBLER (86)



président de Nuvia

## Le **démantèlement**, un marché à très **long** terme

ET BRUNO LANCIA



directeur général de Nuvia

Si le marché du démantèlement peut paraître prometteur en raison des décisions prises dans de nombreux pays, cette activité ne pourra constituer une filière durable qu'à l'horizon 2025. En termes d'emploi, elle ne permettra pas de compenser l'arrêt des centrales démantelées.

Aujourd'hui, le démantèlement nucléaire est un marché discontinu encore limité à un faible volume d'activité, avec pour l'essentiel le démantèlement de laboratoires ou de réacteurs de recherche ou d'usines de transformation de combustible. Si le marché potentiel semble très important, les politiques de démantèlement sont différentes suivant les pays. En France, neuf réacteurs sont déjà en cours de déconstruction, jusqu'en 2040.

**En France, neuf réacteurs sont déjà en cours de déconstruction**



D.R.

Chantier de démantèlement au CEA.

### REPÈRES

Après l'accident de Fukushima et la décision de l'Allemagne d'entamer sa sortie du nucléaire, en stoppant 8 de ses 17 centrales, et de ne pas prolonger ses réacteurs, 50 à 60 réacteurs sur les 155 en fonctionnement dans l'Union européenne devraient commencer à être démantelés à l'horizon 2025. S'ils ne seront pas tous démantelés immédiatement, le nombre de projets lancés devrait croître et laisse entrevoir en première analyse des perspectives d'activité très prometteuses pour les entreprises disposant des compétences requises.

Le démantèlement des réacteurs de Brennilis et de Chooz est engagé, celui du réacteur de Bugey 1 est en appel d'offres. En Espagne, le réacteur graphite-gaz de Vandellós 1 est en déman-

tèlement différé pour cause d'absence de filière de gestion des déchets graphite.

La Grande-Bretagne a, pour sa part, davantage opté pour une stratégie de démantèlement différé en raison de la filière graphite de ces réacteurs dont les déchets contiennent des radioéléments à vie longue. À titre d'exemple, le réacteur Magnox de la centrale de Bradwell, au sud-est de l'Angleterre, devrait être démantelé d'ici à la fin de ce siècle. Sur la côte