



Grenoble INP Press



Lettre d'information numéro 07
Avril 2013

Préparer l'avenir de la filière nucléaire



Crédit photo : Arna - Laurence Odart

EDITORIAL

Pierre Benech,

directeur de Grenoble INP - Phelma



Des emplois pour 40 ans... au moins !

Comme la ministre de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie l'a récemment rappelé, le nucléaire occupera une part significative du bouquet énergétique au moins pendant les 40 prochaines années. En théorie, cela est déjà suffisant pour occuper les futurs ingénieurs sur l'ensemble de leur carrière ! Cela est d'autant plus vrai que des compétences dans le domaine sont non seulement nécessaires à la construction des nouvelles installations, mais aussi pour le démantèlement des centrales en fin de vie de par le monde. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, démanteler une centrale nécessite un savoir-faire et des moyens comparables à ceux qu'il faut pour la construire. Et en France, nous disposons d'un savoir-faire reconnu dans le monde entier, à l'instar de l'aéronautique et du ferroviaire. La filière nucléaire

Démanteler une centrale nécessite un savoir-faire et des moyens comparables à ceux qu'il faut pour la construire

française emploie aujourd'hui au total plus de 220 000 salariés qui se décomposent en 125 000 emplois directs, 95 000 indirects. A ces 220 000 emplois directs et indirects s'ajoutent environ 190 000 emplois induits. Ces emplois correspondent à des métiers très variés, qui pour la majorité d'entre eux ne sont pas spécifiques à l'industrie nucléaire, mais requièrent une exigence permanente de professionnalisme, de sûreté et de sécurité*. La filière nucléaire regroupe en effet une grande diversité de métiers : outre la neutronique et la thermohydraulique, il y a aussi le BTP, l'automatique pour le contrôle-commande, l'informatique pour la simulation et la supervision, etc. Le groupe Grenoble INP, qui depuis 1955 propose des enseignements dans le nucléaire civil, forme aujourd'hui près d'un sixième de l'ensemble des ingénieurs diplômés dans le domaine en France.

* Rapport du comité stratégique de la filière nucléaire, décembre 2012



l'actualité de Grenoble INP
en page 4

Brèves | Événements | Informations pratiques ...



Préparer l'avenir de la filière nucléaire

POUR FAIRE FACE À L'AUGMENTATION DES BESOINS EN PERSONNEL QUALIFIÉ DANS LE SECTEUR NUCLÉAIRE, LE GROUPE GRENOBLE INP PROPOSE AUJOURD'HUI L'UNE DES FORMATIONS LES PLUS COMPLÈTES DE FRANCE DANS CE DOMAINE.

Même si d'autres filières se développent en complément pour limiter les rejets de CO2 tout en répondant à la demande croissante d'énergie électrique, la filière nucléaire garde une place de choix dans les pays industrialisés et se développe dans de nouveaux pays. Grenoble INP propose depuis 1955 des formations dans différents domaines pour couvrir tous les besoins de la filière. D'une part, il s'agit de prolonger la durée de vie des centrales actuelles, tout en répondant à tous les critères de sûreté et fiabilité nécessaires. D'autre part, les scientifiques préparent l'avenir en participant aux développements de l'EPR et de la quatrième génération de réacteurs nucléaires.

Les matériaux, pierre angulaire de la sûreté nucléaire

Pour les réacteurs actuellement exploités, majoritairement des réacteurs à eau pressurisée (REP ou EPR), les enjeux se déclinent essentiellement en termes de sécurité et sûreté. "Les

centrales sont de véritables cocottes minutes dans lesquelles les structures sont soumises à des températures élevées et des hautes pressions, sans parler des dommages causés directement par les radiations, rappelle, Pierre Benech, directeur de Grenoble INP - Phelma. Aussi devons nous à la fois surveiller l'évolution des structures actuelles, et préparer les matériaux des futures centrales". Les connaissances en matériaux, indispensables pour la maintenance des réacteurs actuels, mais aussi pour optimiser l'utilisation du combustible ou le stockage des déchets nucléaires, sont abordées dans le master MaNuEn (matériaux pour le nucléaire) à Phelma. Parallèlement, l'école proposera bientôt un module axé sur le démantèlement des centrales et l'optimisation du retraitement des matériaux. Des chercheurs ont notamment développé un procédé électrochimique pour "racler" la surface des matériaux afin de réduire le volume des déchets à vitrifier, qui sera enseigné dans le cadre de la filière

Électrochimie et procédés pour l'énergie et l'environnement (EPEE). D'autres pistes, comme le recyclage du combustible, sont étudiées pour réduire les déchets.

Des réacteurs nucléaires encore plus sûrs et plus performants

A plus long terme, les centrales actuelles devront être remplacées par les réacteurs de génération IV, qui permettront de satisfaire à des exigences très strictes en termes de sûreté, de compétitivité économique, de résistance aux agressions externes et bien sûr, de réduction maximale des déchets. A cet égard, plusieurs options sont sérieusement envisagées. La première, retenue par le gouvernement français, consiste à développer une nouvelle génération de réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium (ou éventuellement au gaz) qui permettraient de recycler une partie des déchets produits par les filières actuelles dans le combustible. Ces réacteurs, qualifiés de "régénérateurs,



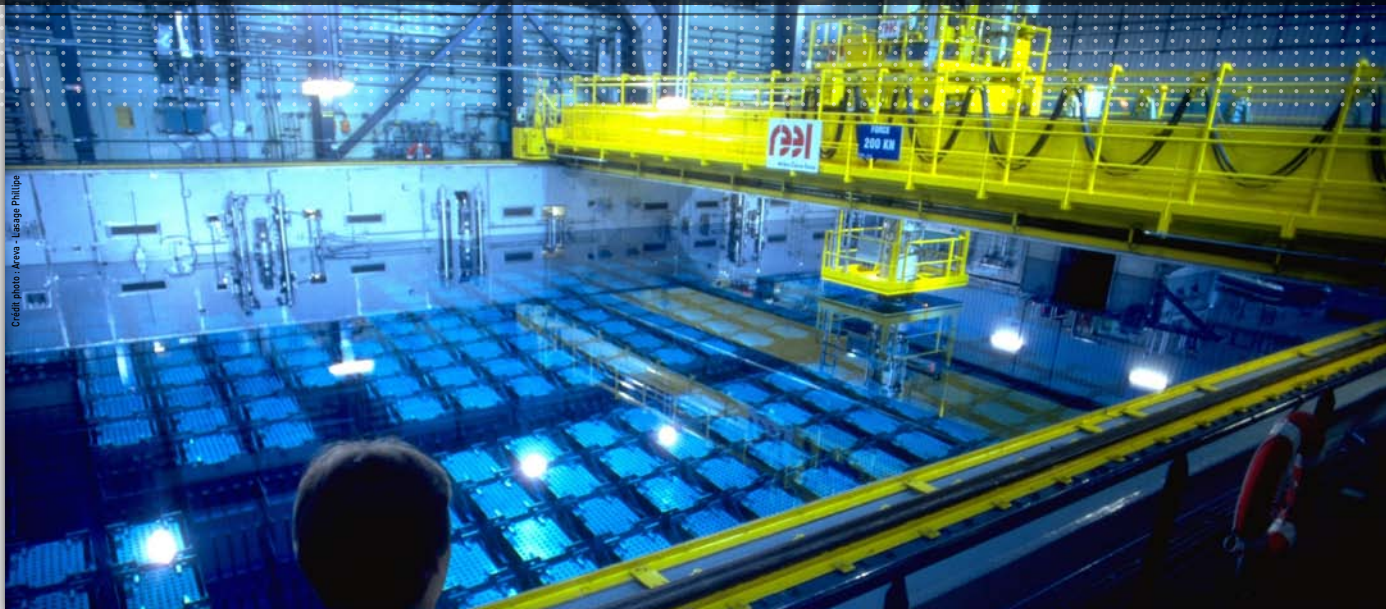
Pourquoi former des ingénieurs dans le nucléaire ?

Point de vue d'**Yves Brechet**, Haut commissaire à l'énergie atomique.

"Intoxiqués par les médias qui ne parlent que des pays qui sortent du nucléaire sans parler de tous ceux qui lancent des programmes d'envergure, qui agitent le spectre des déchets et qui scénarisent les accidents sans jamais évoquer la mortalité réelle, on en finirait par oublier que l'industrie électronucléaire est un fleuron de l'industrie française, avec devant elle des marchés immenses à conquérir. Un ingénieur doit interroger les faits et non pratiquer l'exégèse des gloses.

La nécessité de décarboner l'économie ne fait plus aucun doute. L'économie industrielle a besoin d'une production d'énergie massive, stable et associée à des réseaux de distribution performants. Tant que les limitations du stockage de l'énergie entravent le développement massif des énergies renouvelables, le nucléaire reste au niveau mondial une option attractive. En France plus spécifiquement, le nucléaire fournit plus de 70% de notre électricité à un tarif près de moitié inférieur à celui de nos voisins. Dans ce contexte, si on peut discuter des proportions visées et du calendrier des évolutions, on ne peut pas raisonnablement imaginer se passer en France de l'énergie nucléaire.

Il y a donc un fort besoin en France et dans le monde d'ingénieurs dans le nucléaire pour assurer le fonctionnement et le remplacement d'un parc vieillissant, pour déployer à l'international notre technologie, et pour mettre au point la génération suivante de centrales. Louis Néel, toujours visionnaire, avait créé la section de génie atomique de Grenoble INP. Les divers métiers du nucléaire sont aujourd'hui enseignés à Phelma, à Ense³, et tout comme cette industrie est un atout de la France dans la compétition mondiale, ces formations offertes à Grenoble INP aux étudiants sont une réponse à la clarté des faits et non au tumulte des discours".



ou surgénérateurs", utilisent le plutonium produit par les réacteurs à eau pressurisée, issu de la transmutation de l'uranium 238, cent fois plus abondant que l'uranium 235 actuellement utilisé. Le principal avantage de ce type de réacteur est de produire plus de matière fissile qu'il n'en consomme. D'autres réactions nucléaires et d'autres types de combustibles sont envisageables, et à Grenoble INP, les scientifiques du Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie (LPSC), misent particulièrement sur le thorium comme filière de substitution ou d'appoint aux filières utilisant l'uranium. Les enjeux de ces recherches sont considérables. La maîtrise de la production d'énergie à partir de thorium résoudrait tous les problèmes de ressources énergétiques pour les 10 siècles à venir. Enfin, elle réduirait naturellement la production de déchets à vie longue, tels que les

actinides mineurs. Tous les aspects de physique nucléaire et de neutronique sont abordés dans la filière Génie énergétique et nucléaire (GEN), à Phelma.

Convertir la chaleur en électricité grâce à la thermohydraulique

Mais l'industrie nucléaire fait aussi appel à des profils plus généralistes. Grenoble INP - Ense³ forme ses futurs ingénieurs à une approche systémique de l'énergie nucléaire. "Une fois la réaction nucléaire maîtrisée, reste à convertir la chaleur produite par la fission en électricité, explique Laurent Davoust, professeur à Ense³ et chercheur au SI-MaP. Cela nécessite des compétences en thermohydraulique, en électrotechnique, en automatique et en supervision qui sont enseignées dans plusieurs de nos filières". La filière Ingénierie de l'énergie nucléaire (IEN) d'Ense³ ap-

porte aux étudiants les compétences scientifiques et techniques nécessaires à la maîtrise des systèmes de production d'énergie d'origine nucléaire. Elle permet, de plus, d'acquérir une vision système sur l'ensemble de la chaîne de production d'énergie ainsi qu'une expertise dans les outils de modélisation et de simulation complexes mis en jeu. Grenoble INP, qui forme à lui seul un ingénieur sur six dans le nucléaire en France, a par ailleurs accepté de piloter le projet de création d'un institut de formation d'ingénieurs en Chine. Inauguré en septembre 2011, l'Institut Franco-Chinois de l'Energie Nucléaire (IFCEN) a pour vocation de former "à la française" 100 à 150 ingénieurs chinois en génie atomique par an, pour répondre à la demande croissante de l'industrie chinoise et des entreprises françaises partenaires dans le domaine de l'énergie nucléaire civile.



Les métiers du nucléaire sont porteurs d'avenir

Olivier Lamarre, Directeur Adjoint de la production nucléaire, EDF.

En 2013, EDF recrutera plus de 6000 collaborateurs en France dont 1700 ingénieurs et docteurs. Parmi ces derniers, près de 900 rejoindront la filière nucléaire, dans les métiers de l'exploitation, de l'ingénierie et de la R&D. A l'origine de ces recrutements massifs, le remplacement de la génération du baby-boom, dont le départ à la retraite a commencé il y a deux ou trois ans et s'étalera jusqu'en 2020 environ, mais aussi la nécessité de disposer des compétences nécessaires pour mener à bien nos projets de construction de nouvelles capacités en France et à l'international (les EPR de Flamanville, Chine, UK) et pour relever le défi de la prolongation de vie de nos centrales en toute sûreté. Contrairement à une idée très répandue, nous ne recrutons pas uniquement des spécialistes du nucléaire tels que des neutroniciens ou des spécialistes de la sûreté et de la radio protection. Nous avons également besoin de compétences en génie civil, mécanique, électricité, informatique industrielle, automatismes, contrôle commande, pour ne citer que quelques domaines... EDF propose aux spécialistes de ces domaines des emplois à responsabilités, stimulants, centrés sur la performance et l'excellence : ingénieur exploitation, sûreté, maintenance, études... Après une formation adaptée, les ingénieurs accèdent rapidement à de l'expertise technique ou du management d'équipe ou encore à du management de projet.

Préparer l'avenir de la filière nucléaire



Le thorium, futur nucléaire vert ?

Elsa Merle-Lucotte, enseignante à Grenoble INP - Phelma et chercheuse au LPSC

Tout comme l'Uranium 238 dont il est la seule alternative, le thorium est parfois considéré comme l'avenir du nucléaire. A Grenoble INP, les chercheurs du LPSC travaillent sur un réacteur à sels fondus fonctionnant au thorium, le "molten salt fast reactor" (MSFR).

"Cela résoudrait tous les problèmes de ressources énergétiques pour les 10 siècles à venir, indique Elsa Merle-Lucotte. Enfin, les réacteurs au thorium réduiraient naturellement la production de déchets à vie longue, tels que les actinides mineurs". A Grenoble INP, les scientifiques croient tout particulièrement à l'avenir de l'utilisation du thorium dans des "réacteurs à sels fondus" : les "molten salt fast reactor" (MSFR). "Le caloporteur serait dans ce cas un mélange de sels de fluorures porté à très haute température". Comme il fonctionne à pression atmosphérique et ne présente pas de réserve de réactivité en son coeur, ce type de réacteur serait particulièrement sûr. L'état liquide du combustible permet également d'en envisager le retraitement pendant le fonctionnement du réacteur. Autre avantage : en cas de perte du refroidissement du coeur, comme cela a été le cas à Fukushima, le combustible liquide peut être vidangé rapidement sans intervention humaine, par écoulement gravitationnel, vers des cuves conçues pour le refroidir sur de grandes périodes de manière passive. Enfin, insoluble dans l'eau et non explosif, le combustible se solidifierait en cas de brèche en passant sous la barre des 500 degrés. De nombreux projets de recherche associant industriels (AREVA, EDF,...) et académiques (CEA, Grenoble INP, CNRS,...) sont consacrés au sujet. A Grenoble INP, un projet structurant vient d'être obtenu pour relever les défis scientifiques et techniques qui demeurent.

l'actualité de Grenoble INP

Usine Nouvelle et Industrie & Technologies

Grenoble INP caracole en tête des classements !

Avec 81,7 points sur 100, **Grenoble INP arrive 2^{ème} au classement général de l'Usine Nouvelle**, juste derrière Polytechnique, et retrouve sa 1^{ère} place pour la recherche. C'est la deuxième fois que le groupe occupe cette seconde place des écoles françaises d'ingénieurs sur le podium de l'Usine Nouvelle, 2nde place également obtenue en 2012 au classement mondial QS World University Rankings Engineering & Technology !



L'Usine Nouvelle remarque que "si le manque d'ingénieurs en France fait débat, ce diplôme ne connaît pas la crise" et note que le recrutement se diversifie peu à peu, faisant une part plus large aux admissions sur titre.

Deuxième au classement général et premier en recherche (7^{ème} en 2012), Grenoble INP se classe par ailleurs 5^{ème} pour l'international (10^{ème} en 2012), 11^{ème} pour l'insertion (12^{ème} en 2012) et 26^{ème} pour les moyens financiers (35^{ème} en 2012). L'article met également le groupe en exergue pour sa contribution à la création de start-up et son partenariat avec Grenoble Angels.



Un bonheur n'arrivant jamais seul, Grenoble INP cartonne également dans le classement annuel des écoles d'ingénieurs en fonction de la qualité de leurs activités de R&D, par Industrie & Technologies. On retrouve le même trio de tête qu'en 2012 : Mines ParisTech, Grenoble INP et Polytechnique. Mais cette année, **Grenoble INP ravit la première position à l'école parisienne**, notamment pour avoir mieux su garder ses élèves doctorants et post-doctorants. L'X, quant à elle, conserve sa deuxième place grâce à de bons résultats sur deux des trois critères d'évaluation de la recherche et de l'innovation, le chiffre d'affaires généré par les contrats de recherche et le nombre de doctorants.

A noter que **Grenoble INP arrive en tête des meilleures écoles formant des ingénieurs aux métiers liés à l'énergie.**

Suivez Grenoble INP



→ www.grenoble-inp.fr/suivez-nous



Le groupe Grenoble INP publie une lettre mensuelle "Grenoble IN'Press", accessible sur internet : www.grenoble-inp.fr

Directeur de la publication : Brigitte Plateau - Coordination : Nancy Eichinger - Rédaction : Clotilde Waltz
Conception graphique et réalisation : Arnaud Sangiorgio - Crédits photos : groupe Grenoble INP / Fotolia / Alexis Chézière
ISSN 12558-7218 • Dépôt légal en cours

Contact : communication@grenoble-inp.fr - 04 76 57 43 91 - Grenoble INP • 46 avenue Félix Viallet • 38031 Cedex 1