

Contribution de la Filière Instrumentation d'Aix-Marseille Université au Débat Public sur le Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs

« La formation en instrumentation et mesure, un enjeu pour les compétences nécessaires à l'évolution, au démantèlement du parc nucléaire et à la gestion de déchets »

Présentation de notre filière de formations

Depuis 1985, la Filière Instrumentation d'Aix-Marseille Université propose un ensemble cohérent de formations supérieures aux fonctions de technicien supérieur (niveau 2) ou de cadre (niveau 1) positionnées dans les métiers de la métrologie, de l'instrumentation, des automatismes et de la commande de processus industriels, des essais et de la R&D.

Ses objectifs principaux sont de :

- Permettre le pilotage de leur parcours de formation professionnelle aux étudiants en formation initiale, et aux personnes engagées dans la vie active, salariés ou demandeurs d'emploi
- Apporter une réponse adaptée à la demande des entreprises en personnels de haut niveau dans les métiers de la métrologie, de l'instrumentation, des automatismes et de la commande de processus industriels, des essais et de la R&D notamment dans le domaine nucléaire.

Elle propose une offre de formation complète de diplômes nationaux qui mixe des publics provenant de la formation initiale et de la formation continue :

La Licence pro Métiers de l'Instrumentation, de la Mesure et du Contrôle qualité (MIMC) qui comporte trois parcours :

- Métrologie Industrielle (MI)
- Bureau d'Etudes et maintenance en instrumentation et automatismes (BEM)
- Contrôle Commande en production industrielle (CC)

Le Master Instrumentation, Mesure, Métrologie (IMM) qui comporte quatre parcours :

- Ingénierie en Instrumentation Industrielle (3I),
- Commercialisation en Instrumentation Scientifique (CIS),
- Microcapteurs et Systèmes de Détection (MSD),
- Instrumentation des Moyens d'Essai (IME), ouvert en apprentissage (en alternance) et en section classique (enseignements suivis par un stage), co-habilité par l'INSTN (Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires) et le CEA Cadarache

La pédagogie proposée est adaptée à tous les publics :

- Modularité des programmes
- Sections académiques (Formation puis Stage)
- Sections en alternance en apprentissage ou contrat de professionnalisation

- Prise en compte de la Validation des Acquis de l'Expérience
- Mise en place d'enseignements de remise à niveau en début d'année universitaire selon le parcours antérieur

La Filière Instrumentation de l'Université d'Aix-Marseille est certifiée qualité ISO 9001, depuis le 31 juillet 2003.

Un conseil de perfectionnement, regroupant des personnalités représentatives des branches professionnelles utilisatrices, valide l'adéquation des contenus des formations de la Filière aux besoins du marché. En particulier, les acteurs du nucléaire dont le CEA et EDF font partie de ce conseil depuis la création de cette filière, conscients des besoins en formation dans le domaine de l'instrumentation et de la mesure, crucial pour les enjeux du nucléaire d'aujourd'hui et de demain.

Le master Instrumentation des Moyens d'Essai, unique en France par sa thématique et ses caractéristiques, implique 16 intervenants CEA effectuant plus de 200 h d'enseignements en sciences et technologies nucléaires. Ce master bénéficie d'un partenariat fort également avec EDF se traduisant par des bourses d'excellence, des visites d'installations, des conférences, des recrutements de stagiaires/apprentis et des embauches régulières. Le master IME a formé plus de 250 diplômés depuis sa création en 2004 qui se sont insérés de façon excellente soit après une poursuite en thèse soit par l'accès à un emploi majoritairement en lien avec la filière nucléaire directement à l'issue de la formation avec un taux moyen de 90 % à 18 mois sur les 10 dernières années.

Contexte

En France, la lutte contre le réchauffement climatique (induit par la production de gaz à effet de serre dont environ 70% résulte de la consommation d'énergies fossiles au niveau mondial) s'est traduite par la mise en place d'une Stratégie Nationale Bas-Carbone, et plus spécifiquement dans le domaine énergétique par la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE).

Actuellement parmi les pays développés, la France est l'un des pays les moins carbonés grâce notamment à son programme électronucléaire important développé après le choc pétrolier de 1973 qui a conduit entre 1970 et 1999 à la mise en service de 58 réacteurs nucléaires sur 19 sites assurant ainsi 71,6 % de la part d'électricité nucléaire dans le mix électrique en 2017. Dans le cadre de la PPE, la France s'est fixée des objectifs pour réduire les émissions des gaz à effet de serre jusqu'à atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 (c'est-à-dire zéro émissions). Pour y parvenir, la PPE prévoit une montée en puissance très importante des moyens de production s'appuyant sur des énergies renouvelables intermittentes, une disparition progressive des sources d'énergie fossile carbonées, et une réduction de la part du nucléaire de fission à 50% d'ici 2035. Ceci implique l'arrêt de 14 réacteurs nucléaires d'ici à 2035. Cependant, la PPE identifie un certain nombre de points de vigilances et de recommandations pour le secteur nucléaire français. Ainsi la PPE stipule la nécessité de :

- préserver une capacité de construction de nouveaux réacteurs nucléaires appuyés sur une technologie et des capacités industrielles nationales (expertises, R&D)
- n'aboutir à l'arrêt complet d'aucun site nucléaire
- conserver la fermeture du cycle de combustible nucléaire en définissant et soutenant « un programme de R&D gardant en vue un éventuel déploiement industriel à l'horizon de la 2ème moitié du 21ème siècle d'un parc de réacteurs à neutrons rapides », mais aussi préserver la stratégie de traitement-recyclage du combustible nucléaire sur la période de

la PPE et au-delà, jusqu'à l'horizon des années 2040 (moxage d'un certain nombre de réacteurs 1300 MW, multirecyclage des combustibles dans les réacteurs du parc actuel).

- d'engager la réalisation d'études jalonnées d'avant-projets d'ici la prochaine révision de la PPE permettant de mieux évaluer le potentiel des technologies de SMR (Small Modular Reactor) et de développer les compétences associées (sous réserve de résultats concluants sur les études de concept français qui seront rendus en 2019)
- de structurer la filière de démantèlement

Aux réacteurs de l'industrie du nucléaire est associé un grand nombre de réacteurs de recherche de différents types. En Europe, les Material Testing Reactors sont vieillissants et seront dans les prochaines années remplacés par le réacteur Jules Horowitz en cours de construction sur Cadarache.

A l'étranger, une politique de développement vigoureuse de la filière du nucléaire est appliquée dans plusieurs pays. 450 réacteurs nucléaires sont actuellement en opération et une cinquantaine sont en construction à l'échelle mondiale (en Turquie, en Russie, en Biélorussie, en Chine, aux Emirats Arabes Unis, au Bangladesh, en Inde, ...) et plus de 140 sont planifiés.

L'agence internationale de l'énergie (AIE) prévoit également 1100 Milliards de dollars d'investissements dans l'énergie nucléaire d'ici 2040, permettant d'augmenter la production d'énergie nucléaire mondiale d'environ 46%.

Par ailleurs, plusieurs concepts de SMR sont investigués par différents pays tels que les Etats-Unis (plusieurs dizaines d'entreprises privées impliquées), le Canada et l'Argentine.

Instrumentation en environnements nucléaires

Depuis de nombreuses années les laboratoires de recherche d'Aix-Marseille Université ainsi que la Filière Instrumentation ont construit un partenariat fort avec le centre de Cadarache du CEA dans le domaine de la fission en ciblant des thématiques majeures pour répondre à des enjeux liés à l'industrie nucléaire d'aujourd'hui et du futur à moyen et long termes et pour répondre à des besoins impulsés par exemple par le projet du Réacteur Jules Horowitz qui démarrera en 2023 et remplacera les autres MTR européens dans le futur.

Les thématiques majeures en recherche sont :

- l'instrumentation et la détection nucléaire (de l'élément sensible du capteur/microcapteur/détecteur jusqu'au durcissement de l'électronique)
- la caractérisation de matériaux et structures incluant un volet de contrôle non destructif

Ces thématiques bénéficient de la complémentarité des équipes en termes de compétences et du potentiel expérimental exceptionnel du centre de Cadarache, les rendant incontournables au niveau national et très compétitives au niveau international. Les laboratoires du site possèdent des compétences scientifiques permettant de conduire des travaux expérimentaux et de modélisation numérique de haut niveau à caractère fondamental impliquant différentes disciplines telles que la physique, la mécanique, la thermique, la thermodynamique, l'acoustique, l'électronique, la microélectronique, les matériaux ...

De plus, le centre de Cadarache est le centre de recherche du CEA dédié aux études sur les énergies décarbonnées : fission (de Gen II à Gen IV), fusion, solaire, biomasse (2ème et 3ème générations). Outre cette spécificité, il se différencie des autres centres par l'accueil de nombreux moyens expérimentaux lourds/majeurs tels que les réacteurs expérimentaux de fission et de fusion, des plateformes et des installations expérimentales ainsi que des laboratoires accrédités. Au fil des années, les moyens expérimentaux liés à

la fission nucléaire ont été regroupés en Région PACA. Ainsi le futur réacteur d'irradiations RJH impliquant un consortium international, et remplaçant en France le Material Testing Reactor OSIRIS basé à Saclay et arrêté fin 2015 et à terme les MTR Européens vieillissants, est en cours de construction sur Cadarache. Le centre de Cadarache abrite des plateformes expérimentales de recherche uniques en Europe (voire au monde) pour les études liées aux accidents graves (Plinius2, Verdon...), des installations en actifs pour les études sur les combustibles irradiés et matériaux activés, (LECA), des installations expérimentales dédiées aux études et recherches pour les réacteurs de future génération, des laboratoires et installations expérimentales d'expertise nationale pour les super-contrôles dédiés aux colis de déchets radioactifs, à leur caractérisation radiologique et physique (installation Chicade) comprenant des équipements tels que des générateurs de neutrons, des accélérateurs d'électrons, des tomographes gamma. Il accueille également le réacteur CABRI pour des études liées à la sûreté. Par conséquent, avec ces moyens expérimentaux, le centre de Cadarache se différencie des autres centres de recherche par les travaux scientifiques et les études technologiques conduits pour les besoins des études des réacteurs, du combustible, de sûreté et pour le contrôle NRBC par mesures nucléaires non-destructives.

Des besoins en recrutements très importants pour la filière nucléaire notamment le démantèlement et la gestion des déchets radioactifs

Le contexte général de transition énergétique décrit précédemment, avec un rééquilibrage de la place du nucléaire en France à l'horizon 2035, va nécessairement induire des mutations en matière de métiers et d'emploi avec des besoins de recrutement très importants.

EMPLOIS DIRECTS ET INDIRECTS RECONSTITUES

	EDF DPI	CYCLE	CEA	DCNS+TA	ING/CONSTR	TOTAL
NORMANDIE	7299	10352		1588	9120	28359
HAUTS DE FRANCE	5486	4125			950	10561
CENTRE VAL DE LOIRE	8600	2850			3800	15250
ILE DE FRANCE	35000	7500	2400	750	13300	58950
GRAND EST	6000	1500			3800	11300
BOURGOGNE FRANCHE - COMTE	4000	0			5700	9500
AUVERGNE RHONE ALPES	18800	12000			6270	37070
PACA	5000	5775	4000	750	2660	18185
OCCITANIE	2500	3000	4000		3800	13300
NOUVELLE AQUITAINE	4000	2250				6250
PAYS DE LA LOIRE	800	750				1550
BRETAGNE					950	950
TOTAL FRANCE	97485	50102	10400	3088	50350	211225

(Rapport PARIZOT 2019 : SFEN, PriceWaterhouseCoopers 2011 - Le poids socio-économique de l'électronucléaire en France, Comité Stratégique de la Filière Nucléaire 2016 - Cartographie de la filière nucléaire française, EDF DPI 2016 - Empreinte emplois 2015 de la production et ingénierie)

Le rapport du 19 février 2019 de Laurence Parizot, missionnée par le gouvernement pour le plan de programmation des emplois et des compétences dans le cadre de la Transition Énergétique et Écologique, fait état du fait que l'industrie nucléaire constitue le plus gros pourvoyeur de la filière électrique avec au total 220 000 emplois (ETP) directs et indirects (étude réalisée par le Comité Stratégique de la Filière Nucléaire en 2014, et corroborée par l'Union Française de l'Électricité en 2017).

La répartition de ces emplois dans les principaux secteurs et par région montre notamment que 18 000 emplois sont concernés en région Sud Provence Alpes Côte d'Azur. De plus l'emploi du nucléaire bénéficie d'une grande dynamique sur la décennie actuelle avec 8 000 emplois à pourvoir chaque année à tous les niveaux et sur tous les métiers concernés (SFEN – Nucléaire et Sociétés, 12/11/2018). Ces recrutements permettent de palier les départs à la retraite de la génération des « bâtisseurs » de l'électronucléaire et sont nécessaires face aux projets en cours et ceux à venir ; on citera notamment le programme actuel d'EDF « Grand Carénage » de maintenance des 32 réacteurs 900 MW du parc français. Même si une baisse des emplois liés aux centrales nucléaires en France est attendue à l'horizon 2030, les installations toujours en exploitation, les nouvelles installations (notamment l'EPR) et la filière du démantèlement la compenseraient en partie, en la ramenant à moins de 7%. Au niveau Européen, la filière nucléaire correspond aujourd'hui à 800 000 emplois ; si les projets de construction de réacteurs décrits plus haut voient le jour, ce nombre pourrait être augmenté de 350 000, ce qui constitue un vivier conséquent de postes durables. Le maintien en fonctionnement des centrales nucléaires en toute sécurité, le démantèlement et la gestion des déchets radioactifs nécessitent de pouvoir recruter de la main d'œuvre qualifiée de très haut niveau.

Former et recruter des cadres dans les métiers très variés du nucléaire constitue un véritable enjeu d'autant que les entreprises et structures demandeuses du secteur (EDF, Orano, CEA, TechnicAtome, ...) considèrent la situation comme critique.

La désaffection des jeunes pour les métiers techniques et industriels s'intensifie et se remarque par la tension qui existe entre les volumes de viviers de candidats et les besoins en dans les filières scientifiques supérieures.

Au niveau cadre, le taux de chômage inférieur à 3 % vient conforter cette tension.

Le domaine du nucléaire a cette particularité de ne pas être attractif de par la crainte qu'il engendre et la mauvaise presse qui lui est faite.

Identifier les nouveaux métiers et mettre en place les cursus "professionnalisant" pour maintenir et développer les compétences

Aix-Marseille Université a créé tout récemment un Institut des sciences de la fusion et de l'instrumentation en environnements nucléaires.

Cet Institut s'appuie sur l'excellence de ses activités en termes de formation et de recherche dans les domaines concernés.

Il se structure autour de nombreux laboratoires de recherche universitaires et de diplômes nationaux de masters avec un partenariat étroit avec le CEA de Cadarache et le soutien d'EDF et de l'IRSN.

Au-delà de proposer de nouveaux programmes de recherche couplant ses compétences dans les domaines de la fission et fusion nucléaires, il se fixe pour objectif d'analyser les besoins en nouveaux cursus de formation répondant aux nécessités du marché de l'emploi dans un futur proche et plus lointain au sein d'une graduate school (master et doctorat).

Les principaux vecteurs de réussite d'une offre de formations qui répond aux enjeux dans le domaine de l'industrie nucléaire et de la gestion des déchets seront :

- L'adossement à la recherche et à l'innovation pour former les futurs cadres aux dernières évolutions scientifiques et technologiques
- Le travail en synergie avec les acteurs sociaux-économiques pour analyser ensemble les besoins et les traduire en programme de développement des compétences
- Le développement d'interfaces internationales avec les grands acteurs universitaires et du nucléaire
- La mise en place de dispositifs attractifs pour les étudiants français et étrangers de haut niveau, dont un nouveau parcours international
- L'intégration des sciences humaines et sociales dans les cursus
- L'atout de la formation en alternance pour favoriser le transfert de compétences et en limiter leur perte
- La proposition de formations sur mesure lorsque l'existant ne couvre pas les demandes

Conclusion

Que l'on soit « pour ou contre le nucléaire », que la filière soit en démantèlement ou en développement, l'instrumentation et la mesure sont des outils indispensables à toutes les étapes. Le sujet précis de la gestion des déchets : de leur transport, de leur traitement, de leur recyclage et de leur entreposage par différentes techniques n'échappe pas à des besoins en instruments et systèmes de mesures maîtrisés existant ou à créer en fonction des stratégies et des orientations qui seront prises.

Les exigences en termes de compétences de celles et ceux qui vont concevoir et mettre en œuvre ces systèmes génèrent la nécessité d'une offre de formation de haut niveau et en perpétuelle évolution.

Elle ne pourra exister qu'avec le soutien des pouvoirs publics et la synergie des acteurs universitaires, scientifiques, sociaux et industriels.

Aix-Marseille Université participe à son échelle à cet effort avec sa filière instrumentation et son institut des sciences de la fusion et de l'instrumentation en environnements nucléaires.

Christelle REYNARD-CARETTE

Maître de Conférences
Responsable du master IMM-Instrumentation des Moyens d'Essai
Aix-Marseille Université

Michel CARETTE

Maître de Conférences
Directeur de la Filière Instrumentation
Aix-Marseille Université