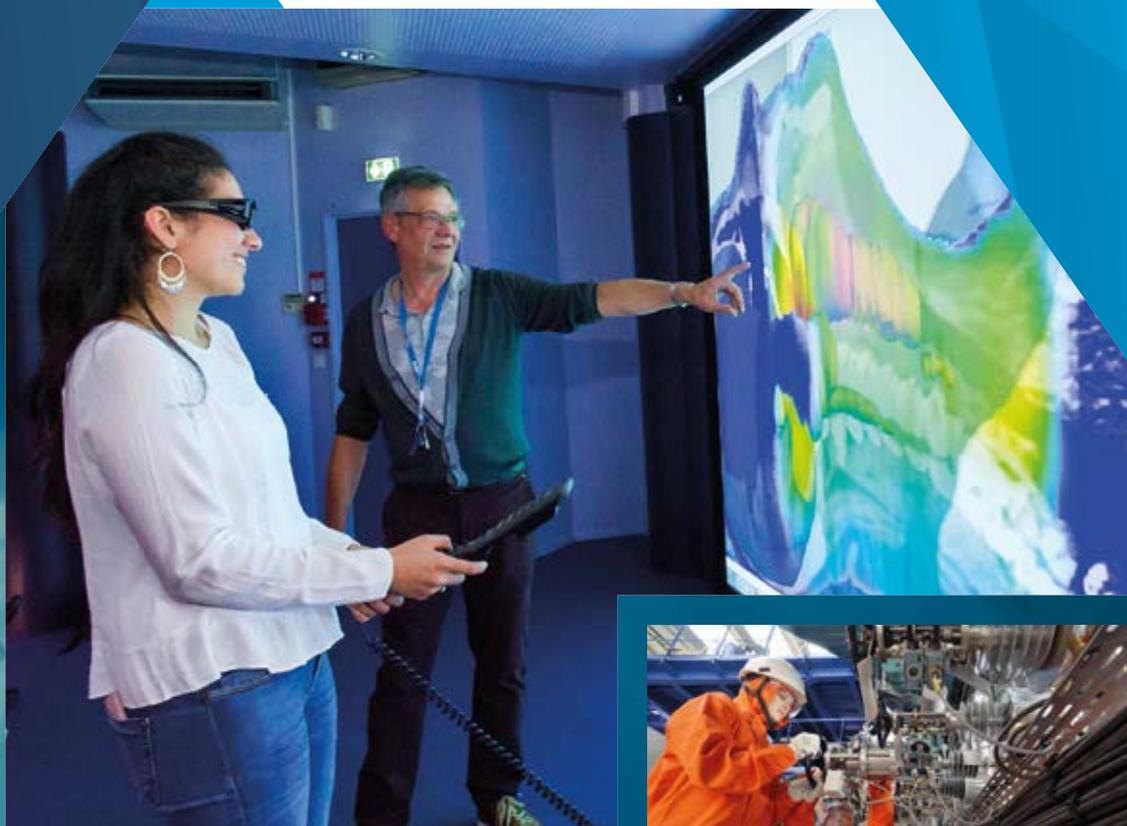




RAPPORT D'ACTIVITÉ
2019



**Notre expertise,
votre énergie**



3	Éditorial
4	Regards croisés sur les programmes de formation
6	Profil
<hr/>	
8	Répondre aux enjeux sociétaux et environnementaux
8	Transition énergétique
12	Technologies pour la santé
14	Transition numérique
<hr/>	
16	Porter par des savoir-faire et technologies innovantes
16	Maîtrise des risques
20	Matériaux
<hr/>	
22	Collaborer avec les acteurs clés des filières
<hr/>	
26	Innover pour développer les compétences
<hr/>	
30	S'engager à accompagner les mutations

Durant la crise sanitaire, l'INSTN a assuré la continuité pédagogique des enseignements et le passage des examens pour tous ses diplômés en propre, que ce soit pour le Diplôme d'ingénieur spécialisé en Génie atomique et le Diplôme de qualification en physique radiologique et médicale, mais également pour les diplômés et titrés dans le domaine de la radioprotection. La transformation numérique de l'INSTN, démarrée en 2016, la grande mobilisation des équipes et leur remarquable engagement, à Cadarache, Cherbourg, Grenoble, Marcoule ou Saclay, ont permis de passer cette étape difficile.

L'écriture de ce rapport d'activité s'est faite durant cette période, sans capacité de faire des reportages photographiques ou d'organiser des rencontres. Nous avons utilisé ce qui était disponible dans les photothèques du CEA ou de l'INSTN, ce qui peut entraîner un décalage par rapport aux dispositifs et matériels réellement utilisés dans nos unités d'enseignement. Nous vous prions de nous en excuser.

Nous vous souhaitons une bonne lecture.

Le comité éditorial
Juin 2020



Éditorial

Notre engagement pour une filière énergie d'avenir

Dans un contexte global de profondes mutations, la filière énergie est aujourd'hui confrontée à de forts enjeux environnementaux, économiques et sociétaux. Le CEA, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, a pour mission d'accompagner ces évolutions.

Fort de son appartenance au CEA et conformément à ses nouvelles orientations stratégiques, l'INSTN a souhaité structurer son offre de formations selon six programmes phares : transition énergétique, technologies pour la santé, transition numérique, maîtrise des risques, matériaux et management de projet. Cette restructuration thématique, plus en phase avec les enjeux environnementaux et sociétaux actuels, permettra à l'INSTN de répondre, par des savoir-faire et des technologies innovantes, aux nouveaux défis de la filière, dont le plus décisif a trait au maintien et au développement des compétences.

Nous avons déployé, autour de ces six axes, des actions emblématiques tout au long de l'année 2019. Citons la conception d'une formation pour l'ensemble des collaborateurs du CEA sur la culture de sûreté opérationnelle, notre contribution aux travaux de la Commission compétences et formation du Gifen dont l'un des objectifs est d'identifier les besoins en compétences de la filière nucléaire sur

les dix prochaines années ou encore l'élaboration en cours d'un Mooc sur les systèmes énergétiques bas carbone.

Nous avons, dans cette optique, collaboré avec les acteurs clés de la filière énergie. Nous avons également innové en vue de poursuivre la transformation pédagogique et numérique de nos formations avec une digitalisation renforcée et le déploiement d'une plateforme de *Learning Management System* qui nous a permis d'assurer la continuité pédagogique de nos diplômes dans le contexte de crise sanitaire que nous avons vécu.

 **L'INSTN répondra, par des savoir-faire et des technologies innovantes, aux nouveaux défis de la filière.**

Demain, nous devons accélérer cette digitalisation pour notre offre de formation continue. Nous devons également accompagner, par l'élaboration de formations de haut niveau, le déploiement des technologies de la santé et la transformation numérique de notre société. Nous devons enfin rester un acteur clé du développement des compétences au sein de la filière nucléaire, notre cœur de métier, tout en poursuivant notre engagement pour le déploiement de systèmes énergétiques bas carbone dans une approche intégrée de l'énergie.

Éric Gadet,
Directeur de l'INSTN

Regards croisés sur les programmes de formation

Transition énergétique, transition numérique, technologies pour la médecine du futur, maîtrise des risques, matériaux, management de projet... En lien avec l'élargissement des champs de recherche et d'innovation du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, l'INSTN fait aujourd'hui évoluer ses programmes de formation. Quel positionnement adopter en réponse à ces nouveaux enjeux sociétaux et industriels ? Quels programmes de formation développer en matière de transition énergétique ou de médecine du futur ? Comment la transition numérique influence-t-elle la formation de demain ? Hervé Desvaux, directeur délégué aux programmes du CEA, et Amélie Roué, responsable des programmes de l'INSTN, se sont questionnés mutuellement sur ces mutations.

Amélie Roué
Responsable
des programmes
de l'INSTN



Hervé Desvaux
Directeur délégué
aux programmes
du CEA



Amélie Roué : Comment envisagez-vous le rôle de l'INSTN au regard de l'évolution des programmes du CEA ?

Hervé Desvaux : En réponse aux grands enjeux stratégiques et industriels de notre pays et afin de poursuivre son rôle fondamental de passerelle entre la recherche et l'industrie, l'État a reprecisé les champs de recherche et d'innovation dans lequel il souhaitait que le CEA agisse. Aujourd'hui, cinq grandes mis-

sions structurent ses activités : une position majeure en matière de dissuasion nucléaire, un rôle important pour favoriser la transition énergétique, la transition numérique et les technologies pour la médecine du futur et, bien entendu, la recherche fondamentale en lien avec ces grands domaines. S'appuyant sur une capacité d'expertise reconnue, le CEA est un véritable catalyseur en matière de transition énergétique. Pour répondre à ses missions liées à la transition numérique et aux technologies pour la médecine du futur, il s'appuie sur des partenariats avec de nombreux acteurs académiques et industriels. Dans ce contexte, l'INSTN joue un rôle fondamental de relais en matière de formation et d'évolution des compétences, à la fois en appui aux programmes du CEA mais également pour et avec ses partenaires académiques ou industriels sur des technologies et domaines d'activité hautement stratégiques.

H. D. : Comment l'implication du CEA sur la transition énergétique, par exemple, se traduit-elle au sein des programmes d'enseignement et de formation de l'INSTN ?

A. R. : Si l'INSTN a derrière lui une longue tradition de formation sur des programmes liés à l'énergie

L'INSTN joue un rôle fondamental de relais en matière de formation et d'évolution des compétences.

Hervé Desvaux



Le CEA dispose de compétences et d'installations d'excellence. C'est l'ensemble de ces expertises que nous portons au travers de nos formations.

Amélie Roué

nucléaire qui lui vaut aujourd'hui une forte reconnaissance de la filière, l'Institut poursuit en parallèle son développement et son accompagnement du CEA dans ses nouvelles missions. En matière de transition énergétique, l'INSTN s'est ainsi doté d'un programme de formations intégrant ses différentes composantes, des enjeux des systèmes énergétiques aux nouvelles technologies de l'énergie. Des responsables dédiés ont pour mission d'étudier les besoins en formation spécifiques sur ces thématiques. Ils ont élaboré des premières formations, aujourd'hui dispensées par l'INSTN, sur les stratégies en matière d'énergies renouvelables, les réseaux énergétiques ou la place des nouvelles technologies dans les transports. Notre ambition en la matière est de jouer un rôle de catalyseur en renforçant nos liens avec les experts du CEA et nos collaborations avec les acteurs incontournables du secteur.

A. R. : Cette évolution des programmes nous amène à penser la formation de demain. Les installations et l'expertise du CEA continueront-ils à nous différencier en matière de formation ?

H. D. : Dans le cadre de ses nouvelles orientations, le CEA conservera, dans le futur, de forts besoins en installations spécifiques, allant jusqu'aux démonstrateurs, pour sa recherche fondamentale comme pour les validations industrielles. La décision de poursuivre la construction du RJH prise par le Gouvernement lors du Comité de l'énergie atomique de mai 2019 en est une parfaite illustration. La construction, la mise en œuvre et l'exploitation de ces équipements d'excellence sont ancrées dans la culture du CEA. La tendance est simplement qu'ils sont aujourd'hui plus souvent menés en partenariat avec des acteurs nationaux et internationaux. Quand ils sont stratégiques pour les programmes du CEA, il faut garantir les expertises et disposer des compétences essentielles à leur fonctionnement. Par exemple, le CEA s'est ainsi fortement investi ces dernières années pour le déploiement d'infrastructures nationales en biologie et santé, pour certaines, leader.

H. D. : Aujourd'hui, le CEA se positionne sur la médecine du futur. Comment l'INSTN imagine-t-il accompagner l'arrivée de ces nouvelles technologies ?

A. R. : Dans ce domaine également, l'INSTN bénéficie d'une forte expérience de formation, en particulier au travers de diplômes nationaux en physique médicale, médecine nucléaire et radiopharmacie. Aux côtés de ces formations initiales, l'INSTN a également développé des modules de formation conti-

nue à destination des professionnels de santé visant à les accompagner dans l'acquisition de nouvelles compétences en lien avec les évolutions du secteur. Ces formations sont notamment assurées grâce aux expertises et aux plateformes exemplaires du CEA, telles Doseo ou NeuroSpin. À partir de ce socle de base, nous initiions aujourd'hui un élargissement de notre champ d'expertises aux nouvelles technologies pour la santé. À titre d'exemple, nous avons mis en œuvre des premières formations initiales et continues sur l'intelligence artificielle appliquée à la santé. Notre ambition : accompagner les évolutions en cours en matière de médecine numérique.

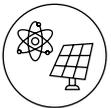
A. R. : La transformation numérique en marche au sein de l'INSTN et du CEA fera-t-elle émerger de nouvelles opportunités ?

H. D. : Aujourd'hui, la transformation numérique est partout. Elle modifie, avec le développement du télétravail, notre façon de travailler. Elle fait évoluer, avec une digitalisation croissante des enseignements, notre manière de former. Elle se conjugue également avec une dématérialisation croissante de nos activités, notamment de nos processus administratifs, dans un objectif d'amélioration continue de la performance ou avec l'évolution de notre système d'information, aujourd'hui en projet. La transformation numérique est aussi, et surtout, un sujet de recherche pour le CEA. Microélectronique, internet des objets, réseaux intelligents, calcul haute performance, simulation-modélisation, cette transformation numérique irrigue tous nos programmes scientifiques. Dans ce domaine, les besoins en formation sont immenses et l'INSTN a une forte place à prendre !

L'école de spécialisation des énergies bas carbone et des technologies de la santé

L'INSTN est un établissement d'enseignement supérieur et un organisme de formation professionnelle continue administré par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA). L'INSTN est membre de la Conférence des grandes écoles. Sa reconnaissance internationale est notamment concrétisée par son statut de *Collaborating Centre* de l'AIEA. L'INSTN s'appuie sur les expertises et savoir-faire du CEA et de ses partenaires, ce qui lui permet d'associer les progrès de la recherche à ses enseignements.

Des domaines de compétences et d'expertise spécifiques



Transition
énergétique



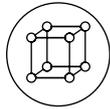
Technologies
pour la santé



Transition
numérique



Maîtrise
des risques



Matériaux

Une implantation sur 5 sites en France

Cherbourg-Octeville
NORMANDIE

Saclay
[Siège/Headquarter]
ÎLE-DE-FRANCE

Grenoble
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Marcoule
OCCITANIE

Cadarache
PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

Un
acteur majeur
de la transmission
des savoirs
et savoir-faire

Une offre de formation tout au long de la vie

Un large réseau de partenaires industriels et académiques

en France et à l'international

Des outils pédagogiques innovants

Une reconnaissance à l'international

Collaborating Centre auprès de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)

Un engagement social et éthique

incluant la Fondation INSTN sous l'égide de la Fondation de France

1100

étudiants par an,
dont 300 apprentis et 30 %
d'étudiants étrangers

7 650

stagiaires par an
en formation
professionnelle continue

Plus de

1 600

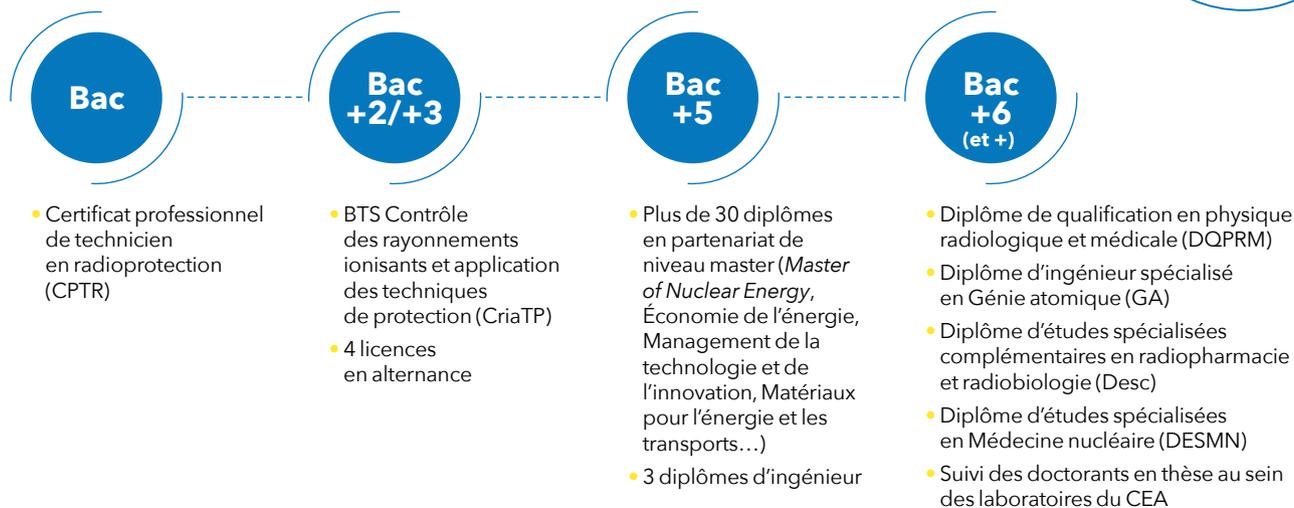
doctorants travaillant
au sein des laboratoires
du CEA

1 300

enseignants
et experts

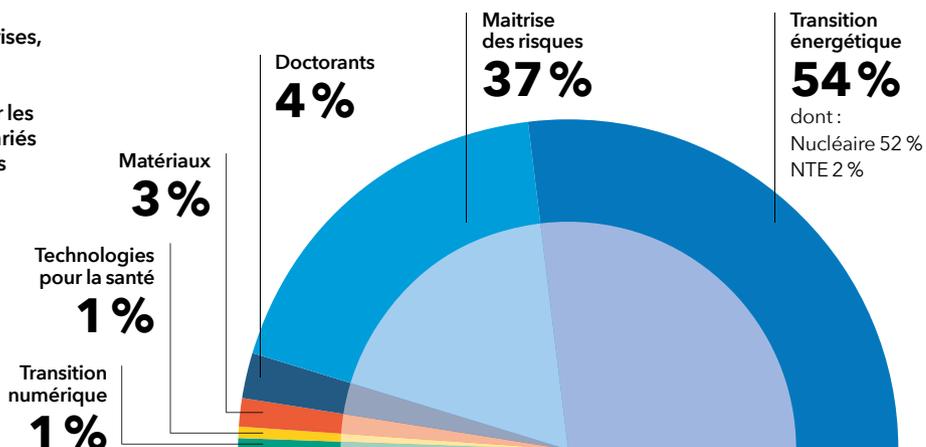
Une offre de **formation diplômante** au service des talents de demain

Au profit d'une filière d'excellence, l'INSTN délivre des formations de haute spécificité, diplômantes et certifiantes, par alternance, par la recherche et à tous niveaux de qualification.



Une offre de **formation professionnelle continue** pour maintenir et développer les compétences

En vue de répondre aux besoins en compétences spécifiques des entreprises, l'INSTN propose une large gamme de formations délivrées en France ou à l'étranger et destinées à développer les compétences des professionnels, salariés ou indépendants, des secteurs publics ou privés, dans nos locaux ou au sein des entreprises.



46

titres et diplômes de Bac+1 à Bac+7

9

CFA partenaires Centres de formation d'apprentis

95%

de réussite aux diplômes et titres professionnels

85%

des diplômés en activité à + 6 mois

Transition énergétique



Hier, il suffisait de produire et transporter.

Aujourd'hui, des tensions apparaissent et il faut aussi apprendre à préserver, optimiser, stocker, démanteler... Le CEA, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives depuis 2010, accompagne ces évolutions. L'INSTN forme ainsi des spécialistes du nucléaire mais aussi des nouvelles technologies de l'énergie et des systèmes énergétiques bas carbone, des individus conscients de l'intégration de leur expertise dans un système global dont les incidences sont aussi économiques, sociologiques et environnementales.

— Reconnaissance

Les trois souhaits du Génie

Assystem, EDF, Framatome, Naval Group, Orano... autant d'entreprises embauchant des ingénieurs spécialisés en Génie atomique formés à l'INSTN, que ce soit à Cadarache, Cherbourg ou Saclay. La Commission des titres d'ingénieurs (CTI) a renouvelé, en mai 2019, son accréditation pour une durée de cinq ans. Un premier vœu exaucé pour le Génie ! Elle a relevé « *le corps professoral de haut niveau, la reconnaissance par les industriels y compris à l'étranger, un excellent placement des diplômés et le suivi individualisé des élèves* ». 47 ingénieurs ont suivi ce cursus en 2019, 32 civils et 15 militaires.

Étudiant de la promotion 2018, Alban Martinez-Delcayrou, 24 ans, a remporté

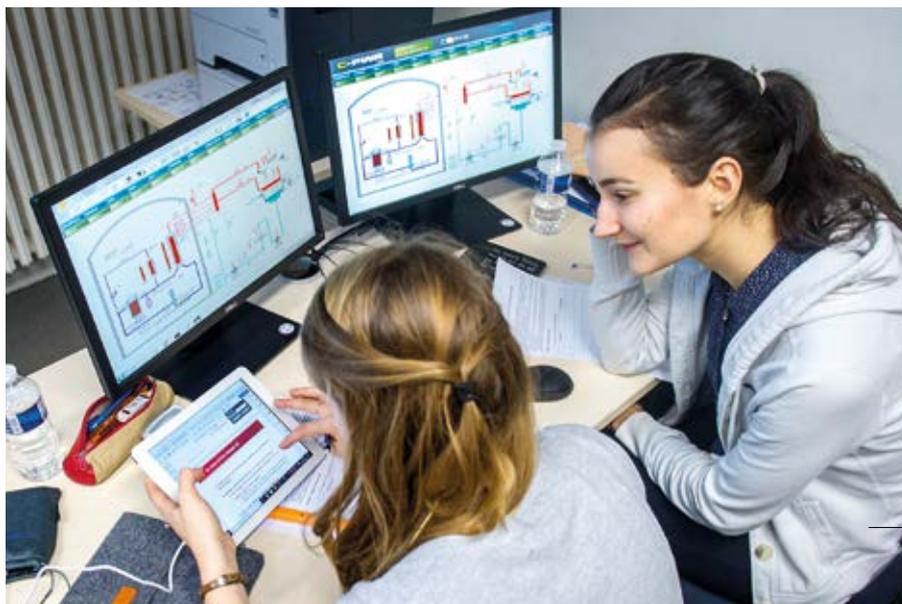
le deuxième prix Nugenia-Enen, un deuxième vœu exaucé pour le Génie qui forme des ingénieurs reconnus dans le monde du nucléaire. Il a proposé un travail original sur les petits réacteurs modulaires susceptibles d'offrir une production d'énergie nucléaire sûre, efficace, avec un faible impact carbone. « *J'ai choisi de travailler sur ces réacteurs qui s'adaptent davantage aux besoins de pays en développement. En les fabriquant en série, il est possible de réaliser des économies d'échelle.* », explique-t-il.

Un peu plus âgé qu'Alban, vénérable du haut de ses 66 ans d'existence, le Génie atomique continuera de former des ingénieurs hautement qualifiés pour la filière nucléaire française et internationale... un troisième vœu et son vœu le plus cher.

— NTE

Le Plan hydrogène à l'INSTN

À l'occasion de l'annonce du Plan hydrogène, présenté en juin 2018, le gouvernement a rappelé le potentiel de cette filière énergétique « propre ». Le Liten, Institut de CEA Tech, est l'un des acteurs majeurs de recherche et développement du secteur. Il a collaboré avec l'INSTN pour proposer des formations adaptées aux besoins de ses clients industriels, depuis la production de l'hydrogène, grâce à des électrolyseurs, jusqu'à son utilisation dans des piles à combustible (PAC) en passant par le stockage. Tous les aspects de la sécurité ont aussi été abordés pour l'ensemble de la chaîne. Les visites des installations du CEA Grenoble ont permis aux bénéficiaires d'appréhender concrètement les technologies de la filière et les contraintes associées.



Travail des élèves ingénieurs du Génie atomique sur un simulateur de réacteur à l'INSTN Saclay.



Katia Decreton
Responsable
de l'Institut
de Transfert des
technologies
(ITech) à
la R&D d'EDF



Hubert Grard
Adjoint au chef
de l'Unité
d'enseignement
de Saclay -
INSTN



Le mur d'images de la Direction des énergies, à Saclay, permet de visualiser des résultats de simulations de réacteurs nucléaires en immersion 3D.

— Regards croisés

Des formations communes en neutronique et *smart grids*

Initié en 2016 et signé en 2018, le partenariat entre l'INSTN et l'ITech en vue d'élaborer des formations communes en neutronique ne cesse de s'étendre. Aujourd'hui, les deux organismes ajoutent une nouvelle formation chaque année à leur programme mutuel. Dernières en date, des formations sur la durabilité des bétons et les *smart grids*. L'ambition : déployer les synergies pour former aux enjeux de demain.

Comment l'INSTN et l'ITech ont-ils débuté cette collaboration ?

K. D. : Pour la direction Recherche et Développement d'EDF, récemment arrivée sur le Plateau de Saclay, l'objectif était de s'ancrer au sein de l'écosystème local en créant des synergies avec les acteurs du territoire. L'INSTN était pour EDF un partenaire naturel pour le volet formation. Initié dans un même esprit de coopération, ce partenariat était pour nous véritablement porteur de sens.

H. G. : Après une analyse de nos offres de formation, nous avons débuté notre collaboration par des modules de neutronique pour lesquels nous avons des compétences complémentaires. Nous avons rapproché nos formations pour créer un programme original fort de nos approches respectives.

Quels sont les atouts de cette élaboration commune de formations ?

K. D. : Co-conception, coélaboration, coanimation, ces mots reflètent bien l'esprit de ce partenariat gagnant-gagnant fondé sur la mutualisation de nos forces et de nos ressources. Nous l'avons de plus

« Initié dans un même esprit de coopération, ce partenariat était pour nous véritablement porteur de sens. »

Katia Decreton

souhaité pragmatique et opérationnel, ouvert et modulaire, basé sur la stratégie des petits pas qui font les belles victoires.

H. G. : Parmi les avantages de cette mutualisation, la coanimation par des experts de l'INSTN, du CEA ou de la R&D d'EDF qui apporte un enrichissement de nos approches pédagogiques. La communication réalisée en commun par nos deux organismes offre également une plus forte visibilité.

Cette collaboration a été élargie aux thématiques de la durabilité des bétons et des *smart grids*, quels sont vos projets pour la suite ?

K. D. : Suite à ce premier succès, nous avons en effet élargi cette collaboration aux *smart grids*, une forte thématique d'avenir. Cette formation propose des visites de Concept Grid, qui est une plateforme expérimentale sur l'évolution des systèmes électriques et de la maison connectée bas carbone situées sur notre site des Renardières, près de Fontainebleau. Alliant théorie, pratique et visite d'installations expérimentales, cette formation est particulièrement riche.

H. G. : Avec une nouvelle formation développée conjointement chaque année, un souhait commun de s'ancrer à l'international et une accélération de la digitalisation de nos méthodes d'enseignement, ce partenariat a devant lui de longues années et promet de nombreux axes de collaboration futurs. ▀



Centrale nucléaire de Cruas, en Ardèche, dotée de quatre réacteurs nucléaires à eau pressurisée de 900 MW.

— Nucléaire

Pour les néo-pro des REP

La France compte aujourd'hui plus de 50 réacteurs à eau pressurisée (REP). Leur fonctionnement et leur maintenance exigent le concours d'une multitude de métiers. Et ce secteur recrute ! En 2019, l'INSTN a conçu une formation professionnelle en quatre volets pour initier les techniciens et ingénieurs découvrant le monde des REP.

Le premier module « Cycle de vie d'un REP » apporte une vue générale du démarrage et du fonctionnement normal d'un REP. « Systèmes et composants » décrit l'architecture du réacteur alors que « Exploitation des cœurs » permet d'acquérir une connaissance globale de

leur gestion, en fonction des contraintes techniques, économiques et de sûreté. Le dernier module, « Situations dégradées », décrit les situations accidentelles et les systèmes de protection et de sauvegarde. Conçue avec des intervenants du CEA mais aussi d'EDF et de Framatome, ces formations incluent des travaux pratiques sur les simulateurs de l'INSTN.

Les retours des 36 bénéficiaires de 2019, qu'ils soient techniciens ou ingénieurs, témoignent de l'apport de cette formation, soit pour faciliter une évolution de carrière, soit pour apporter la vision générale nécessaire à une meilleure compréhension de leur mission. //

36

bénéficiaires
de la formation en 2019

— Politique énergétique

Vert des énergies durables

« Formation complète et d'un très bon niveau permettant une application à court terme des connaissances acquises. »

Un participant de la formation « Énergies durables »

Deux sessions de la formation « Énergies durables » en 2019, une nécessité selon l'ensemble des participants dans le contexte actuel de la transition énergétique et des nouvelles orientations de recherche et développement. Le programme était adapté à chaque session en fonction des sujets émergents et des actualités. L'accent a été mis sur la « Sociologie de l'énergie » en juin 2019 et, en novembre, sur l'intégration des énergies renouvelables sur les réseaux ainsi que sur les programmes amont de recherche fondamentale. On apprend, on analyse, on démêle

le vrai du faux, on y débat et on se forge une opinion sur la base d'informations données par des experts du domaine. ▀



Monitoring de la ressource photovoltaïque sur la plateforme Megasol au CEA Cadarache.



Visite dans le cadre du projet d'assainissement-démantèlement de l'atelier de vitrification au CEA Marcoule.

— Assainissement-démantèlement

Des formations remarquées

Le démantèlement couvre l'ensemble des activités techniques et administratives réalisées après l'arrêt définitif d'une installation nucléaire. Ce secteur est en forte croissance à l'échelle mondiale, avec 300 à 400 réacteurs arrêtés dans les 20 ans qui viennent. Le CEA, par exemple, est responsable de l'assainissement et du démantèlement de 39 installations de types très variés, sur sept sites industriels, environ deux tiers des installations françaises en cours de démantèlement.

La maîtrise d'ouvrage de l'assainissement-démantèlement du CEA (MOA) a une forte demande de formations, en particulier pour les responsables de projet, sur la maîtrise des risques projet, la gestion contractuelle et la maîtrise des coûts. Selon l'un des donneurs d'ordre, « ce qui a été mis en place par l'INSTN à la demande de la MOA est remarquable ». Notons que l'une des formations sur l'estimation et la maîtrise des coûts a pu être adaptée et réalisée à distance lors de la période de confinement grâce à la capacité de digitalisation de l'INSTN et de l'équipe d'enseignants qui a joué le jeu de la classe virtuelle avec enthousiasme. ▀

Technologies pour la santé



L'INSTN a la mission, confiée par le ministère de la Santé, de former des médecins et pharmaciens aux techniques nucléaires pour la radiothérapie, l'imagerie ou le marquage. En cohérence avec la stratégie du CEA de se préparer à la médecine du futur, l'INSTN réfléchit à un élargissement de ses formations du secteur de la santé, que ce soit pour un public national ou international, en particulier dans le cadre de l'AIEA.

Salle immersive 3D pour l'enseignement de la radiothérapie à l'INSTN Saclay.



Former mieux, former plus !

L'INSTN s'implique pour les physiciens médicaux

+ 10%
de physiciens médicaux formés en 2019

En 2017, les physiciens médicaux ont enfin été reconnus comme professionnels de santé. Sous la direction du ministère de la Santé, la direction du Diplôme de qualification en physique radiologique et médicale de l'INSTN (DQPRM) a participé aux groupes de travail pour définir le décret associé. Il précise le nouveau statut mais porte aussi sur la formation. Impliqué, l'INSTN a anticipé la parution du décret et décidé de prendre en compte les modifications à venir, dès la rentrée 2019. Une nouvelle organisation en semestre permet ainsi

de consacrer un long stage à l'imagerie, domaine d'expertise indispensable aux physiciens médicaux. Cette évolution a nécessité le concours de nouveaux établissements hospitaliers spécialisés en imagerie et médecine nucléaire.

Il s'agit d'une étape vers une formation plus longue incluant de nombreuses évolutions scientifiques et technologiques. Former mieux mais également former plus puisque, depuis la rentrée 2019, les effectifs des promotions ont été augmentés de 10 % afin de répondre aux besoins des établissements hospitaliers. ▀

— Numérique

La médecine nucléaire à distance



Soucieux de maintenir certains enseignements de radiologie à destination des internes en médecine nucléaire, responsable pédagogique, enseignants et spécialistes de la transformation numérique ont mutualisé leurs savoir-faire pour digitaliser ces enseignements, qui ne pouvaient plus être réalisés en présentiel. Les cours, préalablement filmés, ont été découpés en une vingtaine de séquences respectant la cohérence pédagogique de l'enseignement et stockés sur la plateforme Instat Learning de l'INSTN. Ce nouveau format *e-learning* permet ainsi aux étudiants d'appréhender à leur rythme les notions de sémiologie radiologique, indispensables à leur pratique courante de la médecine nucléaire.

— Futur

Enseigner l'IA pour s'adapter aux nouvelles pratiques du monde de la santé

Machine learning, deep learning, radiomique, ces techniques sont liées à ce que l'on appelle plus communément l'intelligence artificielle (IA). Elles font désormais partie du vocabulaire de l'imagerie biomédicale et de la radiothérapie. L'INSTN s'est associé à ses homologues de l'Université Paris Saclay et propose aux étudiants des M2 « Radiophysique médicale et imagerie biomédicale », un module d'introduction à l'IA. Pendant trois jours, une dizaine d'enseignants se relaient pour faire découvrir aux étudiants le *machine learning* et le *deep learning*, en alternant cours et séances pratiques sur ordinateur.

— Sécurité

Travailler en IRM en toute sécurité

En 2019, l'INSTN et NeuroSpin, centre de recherche pour l'innovation en imagerie cérébrale (CEA), se sont associés pour concevoir une formation sur l'évaluation et la prévention des risques des travailleurs en imagerie par résonance magnétique (IRM). D'une durée d'une journée, cette formation s'adresse aux personnels concernés par l'application d'un décret de 2016 relatif à la protection des travailleurs contre les risques liés aux champs électromagnétiques, et plus particulièrement en IRM. ▀

Descente de l'aimant IRM du projet Iseult dans sa caverne, en 2017, à NeuroSpin-Saclay.



Transition numérique



Philippe Chomaz
Directeur scientifique - Direction de la
recherche fondamentale (DRF) - CEA



La recherche, les entreprises, les filières doivent s'adapter au développement rapide et constant du numérique afin d'améliorer leurs performances et en faire un levier d'innovation et de croissance. Les outils numériques réinventent les métiers et transforment la société. L'INSTN accompagne ce changement dans ses enseignements de spécialisation mais il est prêt à aller encore plus loin en répondant aux demandes de formation du secteur.

— Prospective

Pour une innovation numérique au plus haut niveau

Quels sont les enjeux, pour la DRF, de la transition numérique en cours ? Comment accompagne-t-elle la recherche et favorise-t-elle l'innovation ?

Ph. C. : Rappelons que nous entendons le numérique dans son acception la plus large, du capteur à l'algorithme, en passant par la théorie de l'information classique ou quantique. Sur cette base, le numérique recouvre deux enjeux majeurs pour la DRF. Le premier a trait aux outils numériques que le CEA développe en réponse à ses propres besoins d'innovation pour ses projets de recherche. La recherche fondamentale a bien souvent été pionnier en la matière, hier avec le Cern inventant le web, aujourd'hui avec des innovations numériques de pointe pour une recherche d'excellence, par exemple en science du climat, astrophysique, médecine ou physique des particules. Trois grandes dynamiques amplifient ces besoins : une forte évolution de l'instrumentation, l'explosion de la donnée et le développement de la simulation. Elles nécessitent des innovations numériques de haut niveau, des dispositifs de traitement de la donnée notamment basés sur l'intelligence artificielle, du calcul de haute performance (HPC). Le second enjeu est lié au numérique comme sujet de recherche sur l'électronique ou le traite-

ment de l'information, depuis le capteur jusqu'au processeur ou l'algorithme. Une recherche sur le numérique dont l'une des clés est aujourd'hui le quantique.

Quels sont les besoins spécifiques de formations de CEA liés à cette transition numérique ?

Ph. C. : Dans un contexte d'évolution constante liée à une généralisation du numérique et une demande croissante, nous avons des besoins de formation, à la fois initiale et continue, allant des bases au meilleur niveau sur des sujets en forte dynamique tels l'intelligence artificielle, le quantique ou le HPC. L'enjeu est notamment de suivre les évolutions de l'état de l'art sur ces sujets mais également de développer les compétences de nos équipes en matière d'innovation. Dans un contexte de forte interdisciplinarité, nous avons également des besoins de formation aux nouveaux métiers, tels les *data scientists*, mais également pour favoriser l'interaction entre nos équipes et nos différentes disciplines scientifiques.

Comment collaborez-vous avec l'INSTN pour l'élaboration de ces formations ?

Ph. C. : Nous avons par exemple initié en 2019, en collaboration avec l'INSTN, une formation sur l'intelligence artificielle.

— Europe

Des doctorants pour Numerics

L'une des missions de l'INSTN est de recruter, administrer et animer l'ensemble des doctorants et post-doctorants du CEA, sous la direction du Haut-Commissaire à l'énergie atomique. Nous avons ainsi piloté le programme *Eurotalents* incitant la mobilité des jeunes chercheurs. Ce programme en cofinancement avec l'Union européenne a pris fin en 2018. Un nouveau programme européen de mobilité des doctorants vient de démarrer, *Numerics*, consacré à la simulation et aux technologies numériques. Gageons qu'il rencontrera le même succès qu'*Eurotalents* avec des centaines de candidatures chaque année. ▀

Première étape : un séminaire de sensibilisation destiné à un public large avec pour objectif d'informer sur les possibles liés à l'intelligence artificielle. Deuxième étape : un module de formation continue proposé dès 2020 aux chercheurs souhaitant déployer ces outils dans le cadre de leurs recherches. Nous travaillons également avec l'INSTN sur le contenu de formations initiales en vue d'être au plus près des besoins et des savoirs du CEA en la matière. ▀

— Partage

Une réelle intelligence artificielle

À l'initiative de la Direction de la recherche fondamentale du CEA, une formation visant à développer et entretenir une culture commune sur le thème de l'intelligence artificielle s'est déroulée en décembre, à l'INSTN Saclay. Ouverte à tous, cette première étape d'un programme de formations co-construit avec l'INSTN a rencontré un vif succès, réunissant plus de 200 participants. L'INSTN, sollicité pour la digitalisation associée, assurera la mise en ligne des interventions de la journée sur sa plateforme Instart Learning.

— Chaire internationale

Une chaire pour modéliser et simuler les matériaux

Créée en 2012 par ses trois institutions fondatrices que sont l'Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, l'Université Paris-Sud et l'INSTN, la chaire internationale *Materials Simulation & Engineering* (MSE) est consacrée à la recherche et la formation sur la modélisation-simulation en sciences des matériaux.

Quels sont les enjeux, objectifs et missions principales de la chaire MSE ?

C. M. : Aujourd'hui, la recherche de pointe en science des matériaux est menée en couplant l'expérience à la modélisation-simulation afin de mieux comprendre les mécanismes à l'œuvre à différentes échelles lors de la transformation physico-chimique et structurale des matériaux. La chaire MSE a notamment pour objectifs de constituer un réseau international d'excellence dans ces domaines, de développer les connaissances en suivant les innovations. Ses missions visent à mettre en place des formations internationales de haut niveau en collaboration avec les partenaires académiques et les différents départements du CEA, à contribuer aux actions de formation par la recherche et à assurer une expertise pour l'industrie. Ses thématiques sont multiples : modélisation de la corrosion, thermodynamique des matériaux, contrôle non destructif, interactions rayonnement-matière, résonance magnétique nucléaire, avec de nom-

breuses applications dans le domaine de l'énergie ou des transports, par exemple.

Quels sont ses apports pour les étudiants de l'INSTN ?

C. M. : Ils portent principalement sur la formation par la recherche via le financement et l'encadrement de stages pour les étudiants en master. Ces stages sont organisés au sein des laboratoires de nos partenaires académiques mais aussi du CEA. Nous avons déjà encadré et financé une vingtaine de stages de masters et d'écoles d'ingénieur. La continuité de ces stages a donné lieu à quatre thèses et un post-doc que la chaire MSE a également encadré et cofinancé.

Comment les technologies numériques s'intègrent-elles à la formation en sciences des matériaux et quelles activités de recherche pourriez-vous valoriser ?

C. M. : La quinzaine d'écoles internationales que nous avons organisé à desti-



Constantin Meis
Professeur - INSTN
Chargé de mission pour la chaire internationale MSE

nation des doctorants, post-doctorants, ingénieurs ou scientifiques mêlent conférences théoriques et applications numériques au sein des salles de calcul de l'INSTN. Elles ont permis aux participants d'appréhender les différentes échelles de simulation et leurs couplages. Plusieurs professeurs renommés y ont participé, venant d'établissements académiques réputés tels que l'Université de Berkeley (États-Unis), de KTH (Suède), de l'Université de Tohoku (Japon), du Max Planck Institute (Allemagne) ou de l'Imperial College (Grande-Bretagne). Concernant la valorisation, je citerais le développement d'un code de calcul spécifique pour la modélisation de l'impression 3D dans le cadre d'un post-doc cofinancé par l'entreprise Altair Engineering, partenaire de la chaire. Il est destiné à intégrer Radioss, lequel est aujourd'hui commercialisé dans le monde entier pour des applications industrielles. L'ensemble des activités de recherche et de formation a donné lieu à une vingtaine de publications, à l'édition de cinq livres et à la contribution à six chapitres d'ouvrages internationaux. ▀

Maîtrise des risques



Les formations de l'INSTN s'adressent à tous ceux qui contribuent à la sécurité et à la sûreté des installations, en particulier nucléaires, et qui veulent la faire progresser par leurs analyses, leurs actions, leurs décisions et leurs gestes quotidiens. Nos formations initiales en radioprotection, par exemple, proposent des diplômes à tous les niveaux de qualification, de l'opérateur à l'ingénieur en radioprotection... avec le plein emploi à six mois.



« L'INSTN a un rôle fondamental à jouer »

Le CEA place les exigences en matière de sûreté nucléaire et de sécurité au cœur de ses responsabilités et en fait l'une des valeurs essentielles de l'entreprise. Il a construit un plan d'action pluriannuel pour renforcer et améliorer sa culture de sûreté et de sécurité, impliquant aussi bien la direction générale que les opérateurs de terrain et les intervenants extérieurs. L'INSTN a un rôle fondamental à jouer dans la formation de ces acteurs. ▀

Laurence Piketty

Administratrice générale adjointe du CEA, Présidente par délégation du Conseil d'orientation de l'INSTN



— Parcours

De l'opérateur à l'ingénieur en radioprotection

Le contrat stratégique de la filière nucléaire 2019-2022, publié en mai 2019, rappelle l'importance de la radioprotection pour la filière nucléaire française. Elle fait partie des métiers en tension dans un contexte d'évolutions réglementaires, en particu-

lier dans les Installations nucléaires de base (INB).

Afin d'accompagner les industriels du secteur, l'INSTN a adapté ses enseignements du Certificat professionnel de technicien en radioprotection (CPTR) et poursuit cette transformation avec le



Formation continue sur la prévention des risques dans le chantier-école consacré à la radioprotection.

Prélèvements réguliers d'eau, d'air et de végétation au service de la protection de l'environnement.



— Europe

Une implication mondiale sur les accidents graves

À Cadarache, plus de 100 personnes venues du monde entier ont assisté à une semaine de cours sur les accidents nucléaires graves, organisée par l'INSTN et son partenaire indien du *Homi Bhabha National Institute* (HBNI) dans le cadre du réseau européen Sarnet (*Severe Accident Research NETwork of excellence*). 30 experts internationaux et 20 étudiants ont échangé

leurs savoir-faire et ont visité deux installations de recherche consacrées à la thématique : Plinius et Verdon. Les experts indiens ont, en particulier, apporté leurs connaissances sur la phénoménologie, la gestion et la simulation des accidents graves dans les réacteurs à eau lourde. À 7000 km, bien loin de Cadarache, quarante personnes suivaient les cours en simultanée à Mumbai, en Inde. ▀

Premier niveau en radioprotection (PNR), déployé à Cherbourg et Marcoule, et le travail préparatoire à la création d'une licence professionnelle : Contrôle des rayonnements ionisants et application des techniques de protection (CriATP). En complément, et afin de contribuer à couvrir les besoins sur le territoire, l'INSTN étudie, avec ses partenaires, la possibilité de développer l'offre de formation en radioprotection en Normandie, avec une licence professionnelle et un master 2, et en région parisienne avec le PNR. ▀

— Analyse

L'arbre des causes

100 % de satisfaction à la formation sur l'analyse des dysfonctionnements par la méthode de l'arbre des causes. Cette formation, construite en collaboration avec la Direction de la sécurité et sûreté nucléaire, a été suivie par près de 50 participants en 2019. Dispensée sur 2 jours à Cadarache, Marcoule et Saclay, elle apprend aux participants à analyser

a posteriori, par la méthode de l'arbre des causes, les événements impactant la sécurité du travail, la sûreté nucléaire, la sûreté de fonctionnement et plus généralement tous types d'accidents ou incidents. Un module préalable en *e-learning* prépare les participants aux exercices pratiques encadrés par deux intervenants spécialistes de la sûreté et de la sécurité.



Gestion de projets de démantèlement et de reprise et conditionnement de déchets anciens.



Vincent Gorgues

Directeur des projets de démantèlement, du service nucléaire et de la gestion des déchets - CEA

— Prospective

Favoriser un management de projet exigeant

Quels sont les enjeux, pour la filière nucléaire et en particulier les opérations d'assainissement-démantèlement, de renforcer la culture du management de projet ?

V.G. : La singularité du domaine nucléaire implique une grande typologie de projets - recherche et développement, rénovation d'installations, construction d'installations nouvelles - opérés dans un environnement à fortes contraintes, sur une très longue durée. Les opérations d'assainissement-démantèlement, particulièrement complexes, recouvrent une spécificité supplémentaire. À l'inverse de projets plus classiques, ces opérations démarrent avec un niveau d'incertitude très fort qui va progressivement baisser au fil de leur avancée. Ce contexte particulier implique une extrême rigueur en matière de management de projet.

Quels sont vos besoins spécifiques de formations en la matière ?

V. G. : Au regard de ce constat, il est nécessaire de réfléchir à l'adéquation

des compétences de nos managers de projet à la fois avec les fondamentaux du métier et les caractéristiques de l'assainissement-démantèlement nucléaire. Nous travaillons dans cette optique avec l'INSTN afin de développer des formations spécifiques s'appuyant sur les bases du management de projet tout en y intégrant les impacts de nos opérations de démantèlement. Trois premières formations ont été élaborées conjointement sur le management des coûts, des contrats et des risques. Deux sont en cours d'élaboration sur le management de la sûreté et des plannings. Autant de compétences fondamentales abordées sur la base de cas pratiques pour favoriser une expérience enrichie.

Comment collaborez-vous avec l'INSTN pour l'élaboration de ce programme de formation ?

V.G. : Au sein d'un groupe de travail piloté de concert par le CEA et l'INSTN, nous avons débuté par une cartographie des compétences visant l'analyse des profils

de nos managers de projet en regard du corpus de compétences exigé. Nous avons ensuite défini ensemble les objectifs, le déroulement pédagogique et le contenu de chacune des cinq formations identifiées : les supports pédagogiques à élaborer, les experts à mobiliser, les cas pratiques à déployer. Bénéficier en son sein d'un organisme de formation comme l'INSTN est une grande force pour le CEA. Cela lui permet de bénéficier très rapidement de formations de grande qualité pour ses collaborateurs. Dans le contexte actuel, lié à la pandémie du Covid-19, l'INSTN s'est de plus très vite adapté en développant une version totalement dématérialisée de ces formations. ▀



Les bons gestes enseignés lors de la formation continue sur la gestion des déchets et effluents appliquée au démantèlement.

— Fusion

Béryllium, santé et sûreté

L'INSTN propose des formations sur les thématiques de la santé et de la sécurité liées à l'utilisation du béryllium, en particulier pour la communauté travaillant sur la fusion par confinement magnétique. En complément de ces formations, l'INSTN de Cadarache a accueilli, en collaboration avec Iter Organisation, la réunion annuelle du *Beryllium Health & Safety Committee*, en octobre 2019. L'objectif est de promouvoir les actions permettant de mieux comprendre et d'éviter les effets du béryllium sur la santé (sensibilisation, béryllose). Cette réunion a rassemblé plus de 60 participants issus d'organisations localisées en France (CEA, Framatome, Iter, Orano...), mais aussi à l'étranger : Chine, Espagne, États-Unis, Grande-Bretagne... Elle a permis d'affiner nos formations sur le béryllium. ▀

— Partage

Des médecins face à la contamination, quelle conduite tenir ?

Quels gestes le personnel d'un service de santé doit-il adopter lorsqu'une personne contaminée se présente ? Quelles informations extraire de la fiche rédigée par les experts des rayonnements ? Comment les personnels soignants doivent-ils s'habiller selon le niveau de contamination ?

C'est à ces questions, et à beaucoup d'autres, que répond la formation de deux jours créée et développée par l'INSTN Marcoule, en lien avec son service de santé au travail (SST). La première journée est consacrée à l'acquisition des principaux savoirs théoriques : types de radioactivité, effets biologiques, méthodes de décontamination et de décontamination.

Une formation adaptable. Dès le lendemain, place à la pratique ! La seconde journée se déroule dans les locaux du SST : le matin, détection des rayonnements, utilisation d'un contaminamètre, détermination d'une source inconnue, ha-

billage / déshabillage... ; l'après-midi, c'est à une succession de cas pratiques que les apprenants vont être confrontés, seuls ou en binôme, sous la supervision d'un médecin, d'un expert en radioprotection, d'un responsable pédagogique de l'INSTN... et des autres participants avec qui ils partageront leurs expériences.

La formation peut s'adapter à tout milieu médical potentiellement confronté à la gestion de personnes contaminées et, si le nombre des inscrits est suffisant, se dérouler au sein même des centres hospitaliers. En dehors du CEA, cette formation a été suivie par le personnel médical d'Orano Pierrelatte et elle est programmée à Orano Malvesi. ▀



Contrôle radiologique d'un salarié par une infirmière et un médecin.

Matériaux



Chaque nouveau matériau est une opportunité. Il peut être le point de départ d'une révolution.

Dans les domaines de l'énergie, du transport ou de la santé, les formations en sciences des matériaux de l'INSTN s'appuient sur des plateformes de caractérisation uniques dans l'enseignement supérieur, servant à la fois formation et recherche.

— Enseignement et recherche

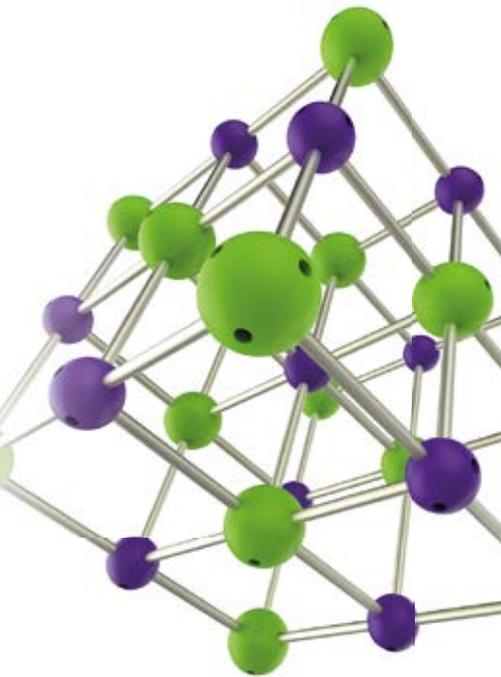
Caractérisez vos matériaux

La plateforme « matériaux » de l'INSTN, située à Saclay, regroupe des techniques d'analyse et de caractérisation pour des enseignements pratiques, soit en complément de cours théoriques, soit pour acquérir de nouvelles compétences.

La plateforme permet d'accéder aux propriétés structurales, physico-chimiques et mécaniques des matériaux grâce à des techniques de caractérisation similaires à celles des laboratoires de recherche et de R&D. Répartis dans cinq salles, les moyens de l'INSTN allient métallographie, microscopie optique et électronique ainsi que des essais mécaniques. Principalement accès sur l'étude des alliages métalliques, cette plateforme est équipée pour former les apprenants à caractériser les matériaux depuis l'échelle atomique jusqu'au millimétrique.

Un matériel de pointe. La plateforme dispose d'un microscope électronique à balayage couplé à une analyse par dispersion d'énergie ainsi que d'un diffractomètre à rayons X sur poudre. Il permet de voir la structure cristalline des matériaux et son évolution lors d'une transformation mécanique ou chimique. La plateforme est aussi équipée de machines de traction et d'appareils de dureté afin d'appréhender l'influence de la structure sur les propriétés mécaniques.

Les salles sont spécifiquement pensées pour l'enseignement. Chaque apprenant participe activement à la formation, soit par des actions directes, soit par un report sur des écrans quelquefois interactifs. Nos moyens de caractérisation servent aussi les scientifiques du CEA. Plusieurs doctorants sont ainsi venus en 2019 caractériser les échantillons utilisés pour leurs travaux de thèse. Enseignement et recherche se rejoignent à l'INSTN.



Enseignement dans la salle du microscope électronique à balayage, auprès de la plateforme de caractérisation des matériaux de l'INSTN Saclay.



— Récompense

Une diplômée primée

Caroline Traisnel, major du master « Matériaux pour l'énergie et les transports » (MET), remporte le prix régional du meilleur stage de master de la Société française de mécanique et matériaux. Ce prix, la jeune diplômée l'a décroché grâce à son implication durant son stage au Laboratoire des sciences de l'ingénieur pour l'environnement de La Rochelle mais aussi grâce à sa formation : « *Mes cours de modélisation et de physico-chimie des surfaces, ainsi que l'introduction aux calculs ab initio m'ont permis d'être à l'aise durant mon stage* », se réjouit Caroline. Et son stage s'est tellement bien passé qu'elle commence une thèse dans ce même laboratoire sur la diffusion de l'hydrogène en surface et sub-surface du nickel monocristallin. Nickel !

Nihed Chaâbane
Responsable thématique « Matériaux »,
Responsable du master 2 « Matériaux pour
l'énergie et les transports » - INSTN



— **Chaire internationale**

Développement accéléré de procédés innovants

La chaire internationale d'enseignement-recherche Impact¹, pour *Innovative Materials and Processes Accelerated through Computing Technologies*, est dédiée aux nouvelles générations de procédés de synthèse et d'intégration de matériaux avancés pour l'industrie ainsi qu'aux nouvelles approches numériques pour l'optimisation des procédés complexes et la mise en œuvre de nouveaux matériaux.

La chaire Impact a été créée en 2018, avec le soutien de la direction des programmes transverses de compétences « Matériaux et procédés », dans le cadre d'un partenariat scientifique entre l'INSTN, le groupe Mecachrome et la start-up Dephis, avec le soutien de Framatome, Orano, Safran, NTU Singapour et la Fondation INSTN.

Quels sont les enjeux et objectifs qui ont porté la création de la chaire Impact ?

N. C. : Dans le domaine de la science et de l'ingénierie des matériaux, la tendance internationale est d'utiliser les progrès des technologies numériques pour accélérer la découverte de matériaux avancés, plus performants et durables. L'un des objectifs du CEA, dans ce contexte, est de développer de nouveaux matériaux pour les énergies bas carbone, avec le souci d'une économie circulaire. Avec pour objectif global de favoriser la recherche sur les procédés sobres en énergie, à faible impact environnemental et minimisant l'usage de matériaux stratégiques, la chaire Impact répond à ces enjeux. Fondée sur le triptyque enseignement-recherche-innovation, elle doit également favoriser la synergie entre acteurs de la recherche, de la formation et de l'industrie.

Quels sont ses apports pour les étudiants, enseignants et équipes pédagogiques de l'INSTN ?

N. C. : Dans le cadre de son programme d'enseignement et de recherche, la chaire Impact a pour vocation de structurer des formations de haut niveau international. Un premier module de quarante heures d'enseignement sur les « Procédés émergents pour l'élaboration de matériaux » a ainsi été créé pour les étudiants du master 2 « Matériaux pour l'énergie et les transports » de l'Université Paris-Saclay. Les étudiants bénéficient également du financement de thèses ou de stages au sein du CEA ainsi que d'un programme international d'échange d'étudiants et de doctorants, aujourd'hui avec NTU Singapour et demain avec d'autres institutions.

Quels sont vos projets pour l'avenir ?

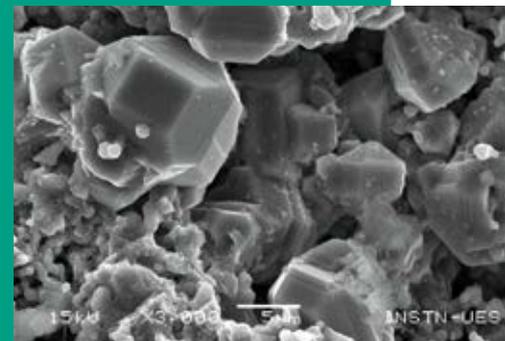
N. C. : Parallèlement à notre programme d'enseignement-recherche, nous misons sur la diffusion des connaissances via l'organisation de séminaires, écoles internationales, écoles thématiques ou groupes de réflexion. Une première école internationale Ametis² sera organisée en 2021. Elle sera dédiée aux procédés émergents et aux approches numériques pour la fabrication des matériaux et composants pour les industries des énergies bas carbone et des transports. Nous prévoyons également, dans le cadre d'un projet de Fab Lab, la création d'un espace de travail collaboratif autour du prototypage numérique via la fabrication additive. ▀

(1) www.materials-impact-chair.org
(2) www.materials-ametis.org

— **Impression 3D**

La fabrication additive et l'INSTN font salon

Aujourd'hui en fort développement, notamment dans le secteur industriel, l'impression 3D ou fabrication additive permet la réalisation de composants par ajout de matière comme des polymères, céramiques ou métaux. En juin 2019, l'INSTN Grenoble s'est joint aux équipes de CEA Tech pour présenter les formations développées sur cette thématique au salon 3D-Print, à Lyon. Fortement impliqué dans ce secteur d'avenir, l'INSTN propose, depuis 2017, plusieurs formations (conception, matériaux et sécurité) réalisées sur les sites de Grenoble et Saclay. Elles sont couplées aux visites des installations Samanta et Poudrinnov à Grenoble, mais également sur des sites partenaires.



— **Numérique**

Un MEB virtuel

L'INSTN dispose d'un simulateur de microscope électronique à balayage (MEB), utilisable pour une classe, complémentaire du MEB utilisable par un seul binôme d'apprenants. Il permet un engagement actif et individuel des apprenants qui peuvent tous s'entraîner simultanément à optimiser les réglages d'un MEB. Cet outil, comme d'autres de la plateforme de caractérisation des matériaux, participe à la modernisation et à la transformation numérique de l'INSTN.

En France —

Collaborer pour acquérir de nouvelles expertises, développer des projets, obtenir une reconnaissance ou tout simplement se partager des tâches.

Les collaborations avec les acteurs des filières des énergies bas carbone et de la santé garantissent l'attractivité de notre offre et un ajustement permanent aux besoins réels en compétences. Les collaborations, avec les mondes industriel, académique et institutionnel, font partie de l'ADN de l'INSTN.

— Assainissement-Démantèlement

E-DEM, TEL LE PHÉNIX

La structure de concertation entre les principaux acteurs industriels du démantèlement (Andra, CEA, Copsar, EDF et Orano) renaît sous le nom d'e-DEM, avec l'objectif d'établir une cartographie des besoins en compétences et des formations afin de proposer des mises à jour ou la création de nouvelles formations relevant du domaine de l'assainissement et du démantèlement. Le Comité de pilotage e-DEM, appuyé par son comité d'experts, souhaite rédiger un « Livre blanc des métiers ». Il est l'un des groupes de travail de la Commission compétences et formation du Gifen pour les métiers de l'assainissement, du démantèlement et de la gestion des déchets. ▀



— Entreprises

FORUM ÉTUDIANTS-ENTREPRISES

L'INSTN organise et participe à de nombreux forum étudiants-entreprises. En février 2019, par exemple, la 13^e édition du « Forum étudiants-entreprises » a eu lieu à Saclay. À cette occasion, 19 entreprises du domaine de l'énergie, dont les grands donneurs d'ordre de la filière nucléaire, étaient présentes pour rencontrer et échanger avec plus de 160 étudiants. L'événement est également l'occasion de présenter de manière plus large les activités de l'INSTN, un point particulièrement apprécié des entreprises présentes lors de cette journée d'échanges et de partage.

Les retours sont toujours positifs. Côté étudiants, ils apprécient l'accessibilité des professionnels, les contacts directs avec les entreprises et leurs directions des ressources humaines. Côté entreprises, elles apprécient les profils de nos étudiants, leur diversité et l'opportunité de passer des entretiens dans un cadre « intime » comparé aux grands salons de l'enseignement. Tous souhaitent renouveler leur participation l'année prochaine. ▀



Discussion entre une responsable des ressources humaines et des étudiants ou professionnels ayant acquis de nouvelles compétences à l'INSTN.



Evelyne Violleau
Directrice des ressources
humaines (SPIE Nucléaire)
- Présidente de la
Commission compétences
et formation



Henri Safa
Directeur de
l'Institut international
de l'énergie nucléaire
(I2EN) - Copilote
du Groupe de travail
formation



Audrey Navon-Gross
Manager - Training
services development
(INSTN) - Copilote du
Groupe de travail
formation

— **Regards croisés**

RENFORCER LES COMPÉTENCES ET LES FORMATIONS

En 2019, la filière nucléaire a souhaité se structurer pour donner une nouvelle dimension à la collaboration. Le Gifén, Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire, est ainsi entré dans une phase active où l'ensemble des acteurs œuvre à des solutions homogènes, pérennes et mutualisées, notamment en matière de développement des compétences. L'INSTN y tient un rôle central pour le compte du CEA.

Quels sont les enjeux qui ont mené à la création de la Commission compétences et formation au sein du Gifén ?

E. V. : Face aux enjeux d'attractivité que rencontre aujourd'hui la filière nucléaire, le Gifén permet à l'ensemble de ses acteurs, grands donneurs d'ordre, ETI et PME-TPE de parler d'une seule et même voix. La signature du contrat stratégique de filière en janvier 2019 entre l'État, les grands donneurs d'ordre et les partenaires sociaux a renforcé cette ambition. Visant notamment à garantir la visibilité de la filière et à préserver son savoir-faire, il accorde une large place au maintien et au développement des compétences ainsi qu'à la formation avec la création d'une commission spécifique au sein du Gifén.

Quels sont ses rôles, ses objectifs et ses missions ?

E. V. : Son organisation repose sur trois groupes de travail, calqués sur trois priorités : l'attractivité, les métiers et la formation, et copilotés par des acteurs représentant la diversité de la filière. Après avoir rencontré, en 2019, l'ensemble des parties prenantes, nous avons bâti un plan d'actions selon cinq axes : la réalisation d'une cartographie des métiers et des

compétences de la filière avec un focus sur les métiers en tension, la formation en réponse aux besoins en métiers et compétences, la valorisation de l'alternance comme levier de grément, le développement d'une marque employeur de la filière et l'accompagnement des salariés dans leur employabilité. L'ensemble des actions sera valorisé dès 2021 au sein d'une plateforme numérique dédiée aux métiers, aux emplois et aux formations de la filière nucléaire.

L'I2EN et le CEA/INSTN copilotent, au sein de cette commission, un groupe de travail spécifique à la formation. Quels sont les enjeux pour l'I2EN et l'INSTN ?

H. S. : La participation de l'I2EN, récemment rattaché au Gifén, à ce groupe de travail permet d'œuvrer à la mise en adéquation des formations existantes au regard des besoins exprimés par les industriels en matière de compétences humaines. Cela se concrétise par une double démarche : mieux faire connaître aux industriels les formations nucléaires françaises et renforcer les liens entre les industriels et les acteurs académiques et de recherche.

A. N.-G. : En tant qu'organisme de recherche et exploitant nucléaire, le CEA a des besoins en compétences à pourvoir. À travers l'INSTN, il forme également les professionnels actuels et futurs de la filière. Cette double casquette lui permet de tenir compte des besoins des industriels comme ceux des organismes d'enseignement et de formation. Par ailleurs, via sa contribution au GT, il veille à la bonne prise en compte du volet R&D et s'assure de l'adéquation entre l'offre et la demande de formation.

Quels travaux sont menés au sein de ce groupe de travail ?

H. S. : La première action a été d'élaborer une cartographie des cursus cibles et des formations existantes, à la fois spécifiques et généralistes, en vue d'évaluer le poids de la filière et d'identifier les actions à mener pour renforcer son attractivité. Elle s'appuie en partie sur la base de données I2EN mise à jour annuellement. Nous avons également invité l'ensemble des membres du Gifén aux Rencontres I2EN, un séminaire réunissant tous les ans les responsables des formations nucléaires et les industriels de la filière. Au programme : échanges, partages et communication pour des liens renforcés.

A. N.-G. : La gestion des compétences est un autre sujet prioritaire. Nous œuvrons dans cet objectif à la création d'une communauté d'experts pour partager les bonnes pratiques et mettre en œuvre une démarche coordonnée au sein de la filière. D'autres actions visent à faciliter l'accès à la formation tout au long de la vie pour l'ensemble des salariés de la filière. Nous visons l'élaboration d'un catalogue de formations continues éligibles au Compte personnel de formation. Il sera disponible sur la future plateforme numérique emploi-formation de la filière. ▀

À l'international –

La logique de collaboration internationale de l'INSTN repose sur des engagements partenariaux durables, accompagnés de support au développement des capacités locales. Cette approche permet à l'INSTN de mener des actions concrètes en ligne avec ses moyens tout en maximisant l'impact de son action. Nos propositions d'enseignements et de formations s'ouvrent principalement vers la Chine, l'Europe et l'Inde. L'offre de services de conseil et d'accompagnement trouve elle des applications sur plusieurs terrains, notamment en Afrique et au Moyen-Orient.

Apprentissage de l'extinction d'un feu de sodium à l'École du sodium, CEA Cadarache (1997).

– Sécurité

DES DÉLÉGATIONS CHINOISES À L'ÉCOLE DU SODIUM

La collaboration entre l'École du sodium et l'INSTN de Cadarache a reçu deux délégations chinoises dans cette installation quasiment unique au monde afin de les former aux technologies et risques liés à l'utilisation du sodium. Une première session de huit jours pour une délégation de dix ingénieurs issus du *China Institute of Atomic Energy* (CIAE) et de la *China National Nuclear Power co. Ltd* (CNNP) a été consacrée aux technologies utilisant du sodium et à l'exploitation des « boucles sodium ». Quelques temps plus tard, une session d'une journée sur la maîtrise du risque sodium a été organisée, pour le compte de l'IRSN, pour six ingénieurs du *China Nuclear Power Engineering* (CNPE). Les participants ont particulièrement apprécié le côté interactif et participatif de ces formations composées à la fois de cours magistraux, de travaux pratiques (feu sodium, remplissage et interventions sur circuits sodium...) et de visites d'installations du CEA Cadarache (Papyrus, réacteur Phénix, installations de lavage...). //



– Expertise

ENSEIGNER L'ART DE FORMER

Dans le cadre d'une collaboration avec la FANR (*Federal Authority for Nuclear Regulation*), l'autorité de sûreté nucléaire des Émirats arabes unis, l'INSTN a été sollicité pour développer la capacité de la FANR à former son personnel de façon autonome. L'INSTN s'est appuyé sur son expérience des formations de formateurs comme celles déjà réalisées pour l'AIEA. La FANR a reconnu le côté certifiant de la formation proposée par l'INSTN pour ses futurs formateurs internes. L'INSTN a animé une première session en novembre 2019, au terme de laquelle 14 formateurs occasionnels de la FANR ont été certifiés. //

— **Échanges**

LE MONDE DES DOCTORANTS

1 632

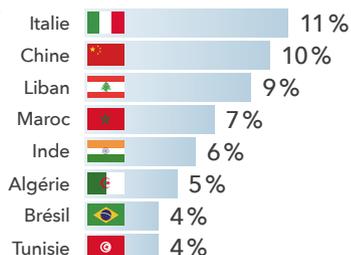
doctorants en cours de thèse au sein des laboratoires du CEA

34,5%

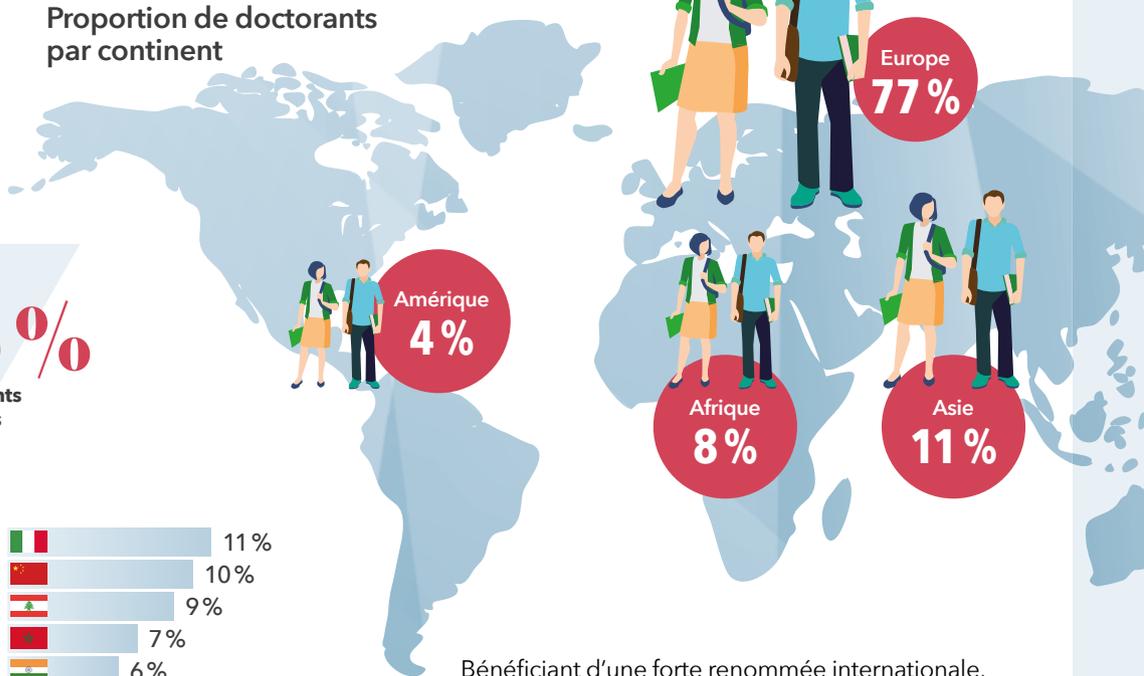
de doctorants étrangers

75

nationalités présentes dont les plus représentées sont :



Proportion de doctorants par continent



Bénéficiant d'une forte renommée internationale, la formation doctorale proposée, avec l'appui de l'INSTN, par les laboratoires du CEA attire chaque année de nombreux étudiants étrangers.

— **Expertise**

Une coopération dans la durée

AIEA

L'INSTN, Collaborating Centre de l'AIEA depuis 2016, a accueilli cette année 14 personnes de 12 nationalités différentes dans le cadre de la formation *Training and certification for industrial applications of radiation technologies: radiotracers*.

De plus, l'INSTN a participé à la première réunion des Liaison Officers des Collaborating Centres où l'AIEA a prôné l'importance de cette quarantaine d'établissements qui à travers le monde, permettent à l'Agence de réaliser ses programmes.



Innover ! Une des missions fondamentales du CEA, mais aussi de l'INSTN.

S'interroger, aller à la pointe des moyens et des concepts, garantir une dynamique et améliorer sans cesse la qualité et l'attractivité de nos enseignements. L'INSTN le fait en œuvrant à sa transformation numérique au service de l'efficacité, en modernisant ses chantiers-écoles et en développant de nouveaux enseignements sur des plateformes ou des simulateurs comme le réacteur virtuel Evoc.



Numérique

EVOC EN ACTION



Enseignement en réalité augmentée avec la plateforme de réacteur Evoc.

En 2019, un premier travail pratique de trois heures a été réalisé sur la plateforme en réalité mixte Evoc (Enhanced Virtual Open Core) par les étudiants du Master of Nuclear Energy (Université Paris-Saclay) et du Génie atomique (INSTN).

Ce premier TP développé avec Evoc correspond au démarrage d'un réacteur de recherche en respectant les règles de sûreté, dans une approche sous-critique. Deux élèves sont installés au pupitre de commande, sous la supervision d'un ancien technicien de conduite de réacteur. Par son vécu, il emmène les étudiants dans la réalité de l'installation nucléaire. Après la divergence... virtuelle du réacteur, les effets de différents dispositifs sont étudiés. Actions et observations peuvent se faire au pupitre ou dans le hall par des étudiants équipés de leur casque de réalité virtuelle. Une version allégée du TP, 1h30 au lieu de 3h, a été proposée et réalisée

pour les étudiants de la formation Génie nucléaire du Cnam et pour les élèves de l'École polytechnique, option physique. De nombreuses visites d'entreprises de la filière nucléaire française et de délégations étrangères ont aussi eu lieu, dont une délégation de l'AIEA d'une vingtaine de personnes. Étudiants et experts ont apprécié la qualité des outils pédagogiques ainsi que l'enseignement proposé avec Evoc.

Des développements constants. Un deuxième TP est en cours de développement, axé sur le chargement des combustibles dans le cœur du réacteur. La Direction des énergies du CEA fournit des calculs de flux neutronique dans les différentes phases du chargement ainsi qu'une interface logicielle pour la réalisation d'architecture de massifs de combustibles. En parallèle, la Direction de la recherche technologique développe un dispositif haptique à retour d'effort pour s'approcher autant que possible de la réalité d'un chargement. Une commercialisation de ce simulateur est à l'étude avec nos partenaires. ▀

Nouveau local d'intervention à l'INSTN Cherbourg pour les formations des personnes accédant aux centres nucléaires d'EDF.



— Nucléaire

MODERNISATION DES CHANTIERS-ÉCOLES

L'INSTN possède de nombreux chantiers-écoles à Cadarache, Cherbourg, Marcoule ou Saclay. Ils font l'objet de modernisations régulières pour être au plus près des besoins en compétences des stagiaires et de nos partenaires industriels. L'unité d'enseignement de Cherbourg a ainsi créé un nouveau local d'intervention, portant à sept les locaux du chantier-école pour les formations « Savoir commun du nucléaire » et « Complément sureté qualité » (SCN/CSQ). Il respecte le nouveau cahier des charges portant sur les moyens à mettre en œuvre dans le cadre des formations de maintenances obligatoires pour les personnes accédant aux centres nucléaires de production d'électricité d'EDF.

Renouvellement de certification. Cette modernisation inclut la modification de la sectorisation incendie, la mise en place de nouvelles maquettes, la création d'un magasin, le réaménagement de la zone de tri des déchets et la mise en place de caméras et de liaisons téléphoniques entre les différents locaux. Ces modifications ont permis d'obtenir le renouvellement de la certification du chantier-école de Cherbourg par EDF. ▀

Modalités d'accès en compartiment de chaufferie nucléaire du chantier-école de l'INSTN Cherbourg.



— Prospective

LE DIGITAL LEARNING À L'INSTN

Évolutions constatées à l'INSTN en 2019

Apprenants



e-learning



Vidéo



Classe virtuelle



Blended learning



Éliminons un préjugé : le numérique ne remplace pas la formation en classe. Le *digital learning*, ou « numérique pour la formation », constitue un ensemble de dispositifs de formation et d'accompagnement au service des apprenants. Avec un seul but : que les apprenants atteignent leurs objectifs de formation. Le *digital learning* intervient autant en présentiel

qu'en distanciel. On parle alors de formations multimodales ou mixtes incluant des modules *e-learning*, des classes virtuelles et des regroupements en salle. Il peut confronter les apprenants à des situations de travail avec des simulateurs et les évaluer. En 2019, l'apprentissage mixte, ou *blended-learning*, représentait déjà 70 % des modalités de formation en France !

— Moyens

DIGITALISATION DES FORMATIONS

En 2019, l'INSTN a accéléré sa transformation numérique afin de s'intégrer à cette évolution sociétale et à ce nouvel espace des savoirs. Elle permet des innovations pédagogiques, en particulier en rendant l'engagement des étudiants plus opérationnel, tout en se conformant aux exigences légales. Elle répond ainsi à une demande des clients souhaitant des formations plus adaptées à leur organisation. Injecter une dose raisonnable de numérique dans les formations rend une partie des enseignements accessibles en ligne à tout moment (flexibilité par rapport à l'emploi du temps du salarié) et permet d'utiliser les nouveaux codes pour motiver l'envie d'apprendre (tutoriel vidéo, quiz pour s'autotester...) et de simuler des situations de travail (réalité virtuelle, simulateurs en salle, échange en ligne entre les apprenants et les experts). Citons, à titre d'exemple, Instart Learning, notre plateforme de formation en ligne, nos modalités de classe virtuelle ou Evoc, le simulateur immersif d'un réacteur d'enseignement. Une vingtaine de formations diplômantes et continues ont été ainsi dispensées, une croissance importante qui se poursuivra en 2020. ▀

— Numérique

TE[A]CH LAB, NOTRE STUDIO DU DIGITAL LEARNING

Tableau noir pour exprimer et schématiser ses idées, vidéo-projecteur et téléprésence pour faciliter les réunions, accès à la plateforme Instart Learning, station de montage audiovisuel, outils auteur de scénarisation, tablettes et casques de réalité virtuelle pour se mettre en situation... le Te[a]ch Lab est un nouvel espace d'innovation pédagogique à l'INSTN. Son objectif est de rassembler en un lieu les responsables pédagogiques et techni-

ciens numériques afin de concevoir des formations répondant à l'approche par compétences et aux nouveaux usages numériques. Le Te[a]ch Lab assure ensuite la production des contenus et leur livraison. ▀



— Récompense

MTI en prime avec une pincée de Safran

L'innovation n'est pas que le moteur du progrès, elle s'enseigne aussi comme dans le master Management de la technologie et de l'innovation (MTI). Ce master, premier dans la catégorie « management de l'innovation » pour la 6^e année consécutive au classement Eduniversal, propose une formation complète alliant sciences des organisations, sciences de l'ingénieur et techniques de recherche pour former les futurs managers de l'innovation.

Avec leur concept innovant My Cocoon, les six étudiants du MTI ont proposé une expérience sensorielle originale pour les passagers et le personnel de bord des avions de ligne. Ils ont remporté, en décembre 2019, la première édition du Safran Challenge, concours étudiant en innovation.

Les six étudiants du master MTI remportant la première édition du Safran Challenge. Félicitations à Valentine Cilla, Thibaut Ledunois, Ophélie Olivier, Valentine Pensalfini, Tamara Silvain & Guillaume Tran.



My Cocoon



« L'INSTN construit une démarche attentive et moderne »

L'INSTN a su intégrer avec pragmatisme le système national de l'enseignement supérieur et déployer des partenariats pertinents. Ceci lui permet de s'engager dans l'accompagnement de la filière nucléaire, dans ses transformations technologiques et sur des évolutions thématiques en phase avec les attentes de la société. En s'ouvrant vers d'autres domaines et en modernisant son fonctionnement, l'INSTN construit une démarche attentive et moderne, cohérente avec celle du CEA, permettant d'associer les progrès de la R&D à l'actualisation des enseignements. Il s'assure ainsi de la pertinence de sa stratégie et d'une dynamique attractive pour les étudiants. //

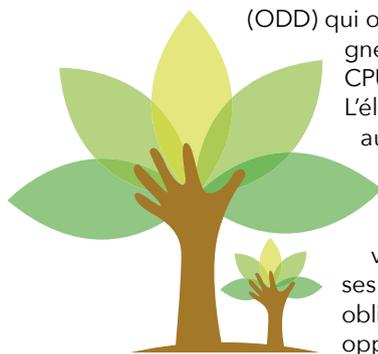
Patrick Landais
Haut-Commissaire à l'énergie atomique,
Président du Conseil d'enseignement de l'INSTN



— Label

UN PLAN VERT POUR L'INSTN

Le « Grenelle de l'environnement » de 2009 stipule que les établissements d'enseignement supérieur doivent « élaborer un Plan vert pour leur campus », incluant des enjeux environnementaux, sociaux et sociétaux. Par ailleurs, au niveau international, l'ONU a défini 17 objectifs de développement durable (ODD) qui ont été analysés pour les métiers de l'enseignement supérieur par un collectif incluant la CPU et la CGE.



L'élaboration d'un « Plan vert », qui répondra aussi aux objectifs de l'ONU, est donc à la fois une obligation légale et une responsabilité de l'INSTN afin de se préparer et de préparer ses étudiants aux enjeux environnementaux, sociaux et sociétaux dans ses domaines de compétence. Répondre aux obligations du Plan vert est aussi une fantastique opportunité de moderniser l'INSTN. //

— Certifications

LA LIBERTÉ DE CHOISIR SON AVENIR PROFESSIONNEL

La loi de septembre 2018 pour la liberté de choisir son avenir professionnel réinterroge l'activité des organismes de formation et ouvre de nouveaux marchés à l'INSTN. Elle réforme l'apprentissage et la formation professionnelle. Les offres de l'INSTN seront visibles, après inscription, dans les nouveaux répertoires nationaux pour la certification professionnelle (RNCP), qui envisagent dorénavant les profils professionnels par blocs de compétence, et dans le répertoire spécifique des certifications et habilitations (RSCH). L'INSTN offre ainsi au plus grand nombre un accès aux financements de la formation, notamment à travers le Compte personnel de formation (CPF) et l'application « MonCompteFormation », indispensable à un financement CPF. //

— Diversité

Un engagement volontaire et effectif

En se dotant d'un référent Diversité, l'INSTN s'est engagé dans une démarche proactive de lutte contre toute forme de discrimination, notamment cette année dans le domaine du handicap. Par exemple, pour répondre aux besoins d'un étudiant en situation de handicap, l'ensemble de l'équipe pédagogique s'est mobilisé afin d'assurer un secrétariat d'examen. Les laboratoires du CEA ont été sollicités pour confier ce secrétariat à des doctorants et des volontaires se sont proposés. L'INSTN va aussi s'impliquer dans les domaines de l'égalité femmes-hommes, en particulier pour la féminisation des filières, et la mixité sociale.

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2019 DE L'INSTN

Directeur de publication : Éric Gadet

Comité éditorial : Sylvie Esterlin-Thiollier et Jean-Luc Sida

Rédaction : INSTN et La mécanique du sens

Conception graphique & réalisation : La mécanique du sens

Impression : Sprint

Crédits photos

Couverture : L. Godart/CEA, P. F. Grosjean/CEA, P. Stroppa/CEA • P3 : L. Godard/CEA •
P4 : L. Godart/CEA • P8 : L. Godart/CEA • P9 : EDF, L. Godart/CEA, P. Stroppa/CEA •
P10 : Adobe Stock • P11 : L. Godart/CEA, S. Le Couster/CEA • P12 : L. Godart/CEA •
P13 : Vectorstate, P. Dumas/CEA • P14 : Vectorstate • P15 : L. Godart/CEA • P16 : L. Godart/CEA,
S. Le Couster/CEA • P17 : P.F.Grosjean/CEA • P18 : S.Le Couster/CEA •
P19 : D.Gémignani/CEA (2010), F. Vigouroux/CEA (2003) • P20 : Adobe Stock, L. Godart/CEA •
P21 : DR, INSTN/CEA • P22 : Vectorstate, V. Berthonaud/INSTN, L. Godart/CEA • P23 : L. Godart/
CEA, DR • P24 : DR • P25 : Vectorstate, S. Le Couster / CEA • P26 : CEA-List-INSTN • P27 : INSTN
Cherbourg, F. Rhodes/CEA • P28 : L. Godart/CEA • P29 : INSTN Saclay, Thibaut Ledunois •
P30 : Vectorstate, L. Godart/CEA • P32 : P. Stroppa/CEA.

Remerciements

L'INSTN remercie l'ensemble des personnes qui ont accepté de témoigner et ont contribué à la réalisation de son rapport d'activité 2019, en particulier nos collaborateurs extérieurs au CEA et à l'INSTN, Katia Decreton d'EDF, Henri Safa de l'I2EN et Evelyne Violleau du Gifen.



instn

Centre CEA de Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
www-instn.cea.fr



Depuis 1993



Depuis 2001



Depuis 2007



Depuis 2016



Depuis 2018