



# Ingénieurs ENSTA Paris et nucléaire

## 1. Introduction, mot du président ENSTA Alumni

Par Laurent THIEFFRY (ENSTA Paris 1990), EVP en charge de la *Business Unit* instrumentation et contrôle-commande - Framatome

## 2. La révolution électrique est lancée !

Contribution de Luc REMONT (ENSTA Paris 1993), PDG d'EDF, premier employeur des ingénieurs ENSTA Paris

## 3. Le parcours nucléaire rénové d'ENSTA Paris

Par Thomas LOISELEUX (ENSTA Paris 1993), Directeur de la formation et de la recherche d'ENSTA Paris

## 4. Entretiens

- [Bernard FONTANA](#) (ENSTA Paris 1986), Président du directoire et CEO de Framatome
- [Henri PAILLÈRE](#) (ENSTA Paris 1991), Chef de section à l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA)
- [Philippe WOLF](#) (ENSTA Paris 1996), Directeur général d'Amentum
- [Julien LE GOFF](#) (ENSTA Paris 1997), Directeur régulation modèle d'activité programme nouveau nucléaire France à EDF
- [Charlotte MAES](#) (ENSTA Paris 2000), Directrice de la centrale nucléaire EDF du Blayais
- [Gaëlle BABILOTTE](#) (ENSTA Paris 2002), Cheffe de projet chez Emerson
- [Hugues MARTIN](#) (ENSTA Paris 2003), Directeur des réacteurs de défense de TechnicAtome
- [Nicolas COURADE](#) (ENSTA Paris 2007), Directeur du plan de performance projet EPR2 chez Edvance
- [Julien BOZZOLO](#) (ENSTA Paris 2008), Chef de projet chez Orano
- [Inès DAOUD MALOUCHE](#) (ENSTA Paris 2009), Ingénieure en sûreté nucléaire à l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)
- [Nicolas CLICHE](#) (ENSTA Paris 2016), Architecte sous-marin nucléaire d'attaque à la Direction Générale de l'Armement (DGA)
- [Jadwiga NAJDER](#) (ENSTA Paris 2019), Responsable de la science et des relations externes à la Société Européenne d'Énergie Nucléaire

## 5. Conclusion

Par Sylvestre PIVET (ENSTA Paris 1991), Directeur du contrôle de gestion à la direction des applications militaires du CEA

# 1. Introduction, mot du président ENSTA Alumni



**Par Laurent THIEFFRY (ENSTA Paris 1990), EVP en charge de la Business Unit instrumentation et contrôle-commande – Framatome**

Cher(e)s Alumni,

En tant qu'ingénieur travaillant moi-même pour le secteur du nucléaire, je suis

particulièrement honoré d'introduire ce nouveau dossier « Ingénieurs ENSTA Paris et nucléaire » qui vous est proposé.

Depuis le discours de Belfort du président de la République le 10 février 2022, le renouveau du nucléaire en France est en marche et les entreprises de la filière, les ingénieurs ENSTA, et ENSTA Paris sont au rendez-vous de ce grand défi ; un grand défi aux multiples facettes - celle de retrouver notre capacité à délivrer un grand programme industriel et celle d'atteindre la neutralité carbone en 2050 avec une électricité à un prix compétitif - dont notre société sera fière pour les générations futures.

Sans omettre le nucléaire de défense comme stratégie de dissuasion dans le contexte géopolitique actuel, les dernières crises qui se sont succédées, avec la Covid puis la guerre en Ukraine, sont venues remettre en lumière les enjeux de souveraineté et de besoin d'indépendance énergétique de la France, et plus largement des pays de l'Union Européenne, avec le nucléaire en première ligne. Cela implique la création de nouveaux réacteurs de grande puissance comme les améliorations à apporter au parc existant pour en prolonger significativement la durée de vie. C'est aussi l'opportunité d'innovations technologiques et d'efforts de R&D avec les petits réacteurs modulaires (SMR), largement médiatisés, le multi-recyclage des matières nucléaires, les recherches sur la fusion...

Outre les évolutions réglementaires et les investissements nécessaires pour répondre à ces enjeux, la mobilisation de compétences, actuelles et futures, dédiées aux métiers du nucléaire est une condition indispensable. Les prévisions sont importantes, faisant mention de 100 000 recrutements d'ici 2030.

Et les ingénieurs ENSTA Paris, et notre école, sont un maillon essentiel, activement impliqué au service de la filière nucléaire française.

Au travers les témoignages de ce dossier, vous découvrirez comment la communauté ENSTA Paris contribue au nucléaire dans notre pays, qu'il s'agisse de l'école avec le nouveau parcours de formation nucléaire renouveau en concertation avec des entreprises du secteur, ou des Alumni qui interviennent au quotidien avec persévérance et passion dans ce domaine. R&D, ingénierie, pilotage d'activités et conduite d'opérations de construction ou de maintenance, management d'équipes, dialogue continu avec les acteurs institutionnels et partenaires, économie de l'énergie, gestion des déchets... les ingénieurs ENSTA Paris œuvrent à tous les niveaux grâce à la formation hautement qualifiée et pluridisciplinaire que leur a dispensé l'école. J'espère que leur expérience partagée au travers ce dossier donnera l'envie à de nombreux élèves et diplômés de les rejoindre.

Bonne lecture à toutes et à tous.

## 2. La révolution électrique est lancée !



**Contribution de Luc REMONT (ENSTA Paris 1993), PDG d'EDF, premier employeur des ingénieurs ENSTA Paris**

Décarbonation de l'industrie, des transports, des bâtiments par l'électrification des usages ; poursuite et développement de moyens de production bas carbone ; adaptation des réseaux électriques et flexibilité : aujourd'hui, en France et dans le monde, nous devons répondre à des enjeux majeurs pour lutter contre le dérèglement climatique. Au sein du groupe EDF, comme chez nos partenaires industriels, nous sommes prêts à relever ces défis !

Réussir la transition énergétique passe et passera par la présence des bonnes compétences, au bon endroit et au bon moment. Aujourd'hui, nous avons les compétences en qualité, il nous les faut maintenant en quantité dans tous les domaines de spécialité et sur l'ensemble du territoire. Pour cela, nous devons donc amener les jeunes, et en particulier les jeunes femmes, à choisir les métiers de l'industrie, des métiers techniquement passionnants.

A la maille du Groupe, nous accueillons 10 000 nouveaux salariés en CDI en 2024, 4 500 alternants et 5 000 stagiaires dans les domaines des renouvelables, des services énergétiques, des réseaux et bien sûr du nucléaire. Cette dynamique se poursuivra pour les 10 ans qui viennent pour EDF et la filière nucléaire avec plus de 100 000 recrutements du CAP à l'ingénieur.

Recherche et développement, innovation, conception, construction, exploitation, production, pilotage de projet... les opportunités sont larges, enthousiasmantes et ouvrent la voie à de très beaux parcours professionnels ! En choisissant la filière électrique, devenez les bâtisseurs du système électrique de demain !

### 3. Le parcours nucléaire rénové d'ENSTA Paris



**Thomas LOISELEUX (ENSTA Paris 1993), Directeur de la formation et de la recherche d'ENSTA Paris**

Ce parcours rénové, accessible dès la rentrée 2024, est proposé aux élèves du cycle ingénieur ENSTA Paris, qu'ils soient issus de la deuxième année, qu'ils intègrent l'école via le cursus X/ENS ou encore le parcours talents. Il forme un ensemble de 336 heures d'enseignement, consacrées au nucléaire civil mais traitant également du nucléaire de défense (dissuasion, propulsion navale, etc.).

Le parcours se découpe en 3 blocs :

- \* une introduction permettant de situer les enjeux du renouveau du nucléaire dans un contexte de besoin d'indépendance énergétique, de tension internationale accrue et de transition énergétique ;
- \* un bloc expliquant le fonctionnement des centrales actuelles ;
- \* et un bloc dédié aux évolutions attendues des technologies du nucléaire avec en perspective les réacteurs de nouvelle génération.

Des cours plus spécialisés sur la partie mécanique et matériaux sont également prévus.

L'ambition d'ENSTA Paris est que ce parcours rénové soit à fort contenu scientifique mais comprenne également des projets qui permettront aux élèves d'utiliser les outils de simulation des professionnels de la filière. Une importante partie des cours est consacrée à la physique des réacteurs et à la neutronique, ainsi qu'à la thermo-hydraulique, qui font partie des connaissances d'ingénieur requises dans ce domaine.

ENSTA Paris a souhaité proposer un parcours très généraliste pour que ses diplômés soient immédiatement compétents afin d'être rapidement efficaces chez un des multiples acteurs du domaine, et en même temps à haut niveau scientifique et technique pour ceux souhaitant s'orienter vers la recherche.

De nombreuses discussions avec les industriels ont été menées lors de l'élaboration de ce parcours afin de répondre au mieux à leurs besoins, et il était très attendu par la communauté. ENSTA Paris a créé un conseil de perfectionnement constitué de professionnels du secteur et de très nombreux intervenants seront issus du monde de l'industrie dont l'expertise constitue une bonne part de la valeur ajoutée de ce parcours.

Parmi les principaux contributeurs se trouvent des professionnels d'EDF, du CEA Saclay, d'Orano, de Framatome et de quelques autres acteurs classiques, mais aussi beaucoup de startups notamment pour la partie consacrée aux réacteurs du futur et en particulier les SMR (petits réacteurs modulaires).

Grâce aux contributions des grands noms du domaine, ENSTA Paris offre aujourd'hui une formation très compétitive pour ce domaine en grand besoin d'ingénieurs qu'est l'industrie du nucléaire.

### 4. Entretiens

#### Bernard FONTANA (ENSTA Paris 1986)



**En quoi consiste ton métier ?**

BF. : Je suis président du directoire et CEO de Framatome, un leader international de l'énergie nucléaire.

**Quel a été ton cursus académique, et en particulier ta spécialisation à ENSTA Paris ?**

BF. : Ingénieur de formation, je suis diplômé de l'École polytechnique et de l'École nationale supérieure de techniques avancées où j'ai suivi la spécialisation transformation de la matière, comme ingénieur de l'Armement (Poudres).

**Quelles ont été les grandes étapes de ton parcours depuis ta sortie de ENSTA Paris ?**

BF. : J'ai toujours voulu travailler dans l'industrie, et c'est ce que j'ai fait !

J'ai commencé ma carrière dans l'industrie chimique (le groupe SNPE, l'ex Société Nationale des Poudres et Explosifs). Ensuite, j'ai rejoint la sidérurgie, chez ArcelorMittal en 2004, dans les aciers plats, puis comme responsable monde de l'activité aciers pour automobiles et enfin comme directeur des ressources humaines du groupe. J'ai ensuite été responsable de l'activité aciers inox du groupe, que j'ai mise en bourse sous le nom d'Aperam, dont j'ai été le CEO.

En 2012, j'ai rejoint le cimentier Holcim comme CEO et j'ai notamment participé à la fusion du groupe avec Lafarge. En 2015, une semaine après la fusion Lafarge-

Holcim, j'ai rejoint le groupe AREVA en tant que CEO d'AREVA NP (redevue Framatome en 2018).

Depuis 2018, je suis **président du directoire et CEO de Framatome**. En parallèle, je suis membre du comité exécutif nucléaire d'EDF depuis avril de cette année, en charge du pôle industrie et services, et président du conseil d'administration d'Arabelle Solutions.

### **Peux-tu nous donner l'exemple d'une action, d'un projet significatif que tu as mené dans le domaine du nucléaire ?**

BF. : Un projet dont je suis particulièrement fier et que j'ai mené avec les membres du comité exécutif et avec le soutien des managers et salariés est le redressement de Framatome, un fleuron de l'industrie nucléaire avec un savoir-faire qui s'est forgé tout au long de l'histoire de l'entreprise et qui a permis de bâtir de grands succès industriels en France comme à l'international.

Quand j'ai pris la direction d'AREVA NP (qui a repris son nom historique – Framatome – en 2018), le groupe AREVA était fragilisé sur le plan financier, avec une dette trop élevée. Les causes étaient multiples. Au sein d'AREVA NP, nous avons mis en place une stratégie claire en s'appuyant sur cinq axes : une expertise reconnue et durable, la performance dans l'exécution, une organisation agile, des solutions sûres et compétitives et un développement international. Notre ambition était – et l'est toujours – de renforcer notre position d'acteur industriel de référence sur le marché international de l'énergie nucléaire tout en nous concentrant sur notre cœur de métier : la conception et la fourniture de chaudières nucléaires, de services associés et de combustibles nucléaires.

Nos équipes en France et dans le monde ont su faire face à des défis exceptionnels et Framatome est sortie de la phase de transition encore plus forte, grandie d'un retour d'expérience inégalé. Aujourd'hui Framatome, ce sont près de 20 000 salariés, un chiffre d'affaires de plus de quatre milliards d'euros et un carnet de commandes de 25 milliards d'euros. Je suis fier d'être un Framatome.

### **De ton point de vue, quel rôle a / doit avoir l'ingénieur ENSTA dans ce domaine, notamment dans le cadre du plan France 2030 sur le nucléaire de demain et plus largement celui de l'objectif de neutralité carbone en 2050 ?**

BF. : Nous vivons une renaissance nucléaire en Europe et dans le monde. Il devient de plus en plus urgent de lutter contre le changement climatique et la demande d'électricité décarbonée va beaucoup augmenter. L'énergie nucléaire revêt une importance stratégique pour le mix énergétique français et c'est une énergie souveraine. Disposer des compétences comme celles des ingénieurs d'ENSTA Paris est indispensable pour accélérer et réussir la transition énergétique.

La filière nucléaire est engagée dans un plan ambitieux de recrutement et de développement des compétences sur l'ensemble de la filière pour répondre aux futurs chantiers. La filière a besoin de recruter pour faire face aux enjeux à venir : la maintenance du parc en exploitation, l'extension de la durée de vie des réacteurs et la construction de nouveaux réacteurs. Nous estimons les besoins à 100 000 emplois

supplémentaires dans les 10 ans sur l'ensemble de la filière.

Chez Framatome, nous recrutons 2 500 personnes par an et nous proposons près de 500 offres d'alternance par an.

Les ingénieurs ENSTA Paris, avec leurs compétences pointues, ont et auront un rôle déterminant à jouer dans le nucléaire de demain.

### **En quoi ENSTA Paris, par la formation qu'elle dispense aux futur(e)s ingénieur(e)s, aide-t-elle la France à atteindre ses objectifs en matière de renouveau du nucléaire ?**

BF. : La formation des jeunes générations aux métiers du nucléaire est cruciale pour accélérer et réussir la transition énergétique. Heureusement nos établissements d'enseignement supérieur – et notamment ENSTA Paris – sont au rendez-vous pour proposer et renforcer les formations.

ENSTA Paris a associé les acteurs de la filière dont Framatome dans l'élaboration du nouveau parcours de formation. De cette manière, ENSTA Paris fait en sorte que les compétences des étudiants soient en phase avec les besoins du marché et que ses futur(e)s ingénieur(e)s puissent rapidement contribuer au renouveau du nucléaire.

### **Gardes-tu un souvenir anecdotique de l'école ?**

BF. : J'ai eu un jour un cours de mécanique des fluides fait par un ingénieur de Framatome, qui avait l'air très préoccupé par la formation des bulles dans les chaudières. Cela m'avait fait sourire. J'étais loin d'imaginer qu'un jour je serai le patron de Framatome. Aujourd'hui, je lui suis reconnaissant.

### **As-tu des conseils à donner aux élèves actuels ?**

BF. : Rejoignez l'industrie, c'est un univers passionnant. Framatome est dans l'industrie et sera heureuse de vous y accueillir.

## **Henri PAILLÈRE (ENSTA Paris 1991)**



### **En quoi consiste ton métier ?**

HP. : Je suis le **chef d'une section à l'AIEA** (Agence Internationale de l'Énergie Atomique) qui s'appelle « *Planning and Economic Studies Section* » (PESS). C'est la section de l'AIEA qui s'occupe principalement des 3 sujets suivants :

\* Le renforcement des capacités des états membres dans le

domaine de la planification énergétique, c'est-à-dire la capacité à développer des trajectoires de transition qui sont compatibles avec des objectifs de développement durable, et avec les engagements climatiques de l'Accord de Paris. L'AIEA dispose pour cela d'outils de modélisation de la demande et de la production d'énergie, ainsi que d'autres outils de technico-économie, qui ont été distribués à plus de 150 pays.

Chaque année, ma section organise une cinquantaine d'ateliers pour former des planificateurs dans des pays qui ont besoin de ce soutien. À noter que pour une grande majorité de pays, l'option nucléaire n'est pas à l'ordre du jour, ou est une option lointaine. Mais pour certains pays qui considèrent le nucléaire comme une option à court ou moyen terme, la planification énergétique permet de mieux comprendre comment le nucléaire peut s'insérer dans le mix et contribuer aux objectifs du pays. À noter également que ma section travaille sur une initiative lancée par notre délégué général, monsieur Grossi, à la COP27 (Sharm El Sheikh), qui s'intitule *Atoms4NetZero*, et qui consiste à aider les pays à évaluer la contribution que le nucléaire peut amener pour la décarbonation du système électrique mais aussi pour la décarbonation des secteurs qui peuvent difficilement être électrifiés (*Hard to abate sectors*). En effet, la très grande majorité des scénarios de décarbonation ne considère le nucléaire que comme une source d'électricité bas-carbone, en omettant d'évaluer le potentiel de réacteurs avancés (par exemple les petits réacteurs modulaires, ou *Small Modular Reactors* en anglais) – pour produire de la chaleur ou de l'hydrogène décarboné. Cela m'amène au sujet suivant :

\* La contribution du nucléaire à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et aux objectifs de développement durable. Ma section contribue à l'analyse du rôle du nucléaire dans la décarbonation des systèmes énergétiques, son intégration dans des mix bas-carbone, son rôle dans la substitution des énergies fossiles – que ce soit pour la production d'électricité et de chaleur, ou l'impact du changement climatique sur les systèmes énergétiques, avec la problématique de la résilience. Nous préparons la contribution de l'Agence qui fait partie du système des Nations-Unies – aux différentes COPs – et j'ai eu le plaisir d'accompagner notre directeur général à la COP26 (Glasgow), à la COP27 (Sharm El Sheikh) et il y a quelques mois, à la COP28 à Dubaï. Nous organisons là-bas des événements sur le pavillon de l'Agence « *Atoms4Climate* » ou sur d'autres pavillons (états membres ou partenaires de l'AIEA) pour parler du rôle du nucléaire et des technologies nucléaires dans la mitigation et l'adaptation au changement climatique.

\* Enfin, le troisième volet d'activités de ma section concerne la technico-économie du nucléaire, l'analyse des coûts existants ou futurs du nucléaire, les problématiques du financement, ou encore l'évaluation des impacts macro-économiques. Parmi les sujets : l'analyse des coûts comparés du nucléaire et des autres technologies bas-carbone, la notion de coût système et la compétitivité du nucléaire.

Les sujets évoqués ci-dessus font aussi l'objet de collaboration avec d'autres organisations des Nations Unies, par exemple l'Organisation Météorologique Mondiale (*World Meteorological Organization*) et les Commissions Économiques Régionales, mais aussi l'Agence Internationale de l'Énergie, l'Agence pour l'Énergie Nucléaire de l'OCDE..., ce qui rend le travail d'autant plus passionnant. Évidemment, le cadre international de l'AIEA est un attrait considérable pour moi.

## **Quel a été ton cursus académique, et en particulier ta spécialisation à ENSTA Paris ?**

HP. : Je suis rentré à ENSTA Paris en 1988, et j'ai eu la chance de pouvoir partir en troisième année à l'université du Michigan, au *Department of Aerospace Engineering* ; j'ai donc un double diplôme d'ingénieur ENSTA Paris et un *Master of Science in Aerospace Engineering*. J'ai ensuite rejoint l'Institut von Karman de dynamique des fluides en Belgique, pour y faire ma thèse en mécanique des fluides numériques.

## **Quelles ont été les grandes étapes de ton parcours depuis ta sortie de ENSTA Paris ?**

HP. : Ma formation peut sembler un peu loin du nucléaire mais j'ai pu appliquer mes connaissances dans le domaine de la thermo-hydraulique des réacteurs à eau pressurisée, en situation nominale et accidentelle (notamment liée au risque hydrogène), lorsque j'ai rejoint le CEA à l'issue de ma thèse en septembre 1995. Je suis resté au CEA dans différentes fonctions jusqu'en 2009, où j'ai rejoint la société Alstom Power pour m'occuper des programmes de R&D des échangeurs, pompes et diesels de secours. J'ai quitté Alstom en 2011 pour rejoindre l'Agence pour l'Énergie Nucléaire de l'OCDE comme analyste, puis analyste senior et enfin chef adjoint de la division du développement technologique et de l'économie, ainsi que secrétaire du *Forum Generation IV*. En 2020, j'ai quitté l'OCDE pour rejoindre l'AIEA à Vienne dans mes fonctions actuelles.

## **Peux-tu nous donner l'exemple d'une action, d'un projet significatif que tu as mené dans le domaine du nucléaire ?**

HP. : Je citerais par exemple la mise en place de la plateforme technologique européenne SNETP (*Sustainable Nuclear Energy Technology Platform*) en 2007-2009, pour fédérer les efforts des acteurs de la recherche et de la sûreté ainsi que les industriels pour développer un agenda de recherche stratégique. Et je pourrais citer aussi le soutien au programme de réacteurs à neutrons rapides dans le cadre du *Forum Generation IV*.

## **De ton point de vue, quel rôle a / doit avoir l'ingénieur ENSTA dans ce domaine, notamment dans le cadre du plan France 2030 sur le nucléaire de demain et plus largement celui de l'objectif de neutralité carbone en 2050 ?**

HP. : Même si je n'ai pas suivi la spécialisation nucléaire d'ENSTA Paris, le profil généraliste qu'offre l'école me semble bien préparer les jeunes ingénieurs de demain aux différents défis technologiques que représente la transition vers des systèmes énergétiques bas-carbone, avec notamment le développement de nouvelles technologies nucléaires (réacteurs modulaires mais également fusion dont on parle de plus en plus).

## **En quoi ENSTA Paris, par la formation qu'elle dispense aux futur(e)s ingénieur(e)s, aide-t-elle la France à atteindre ses objectifs en matière de renouveau du nucléaire ?**

HP. : Mon cursus est peut-être atypique puisque j'ai suivi une spécialisation dans le domaine de l'aéronautique et je fais carrière dans l'industrie nucléaire. Mais l'essentiel est d'avoir et de conserver un esprit d'innovation, de

curiosité et le goût de la collaboration internationale qui est essentielle pour le succès de la filière.

### **Gardes-tu un souvenir anecdotique de l'école ?**

HP. : La cantine de la Cité de l'Air quand ENSTA Paris était encore boulevard Victor (qui m'a peut-être donné le goût de l'aéronautique) et le voyage d'étude inoubliable en deuxième année en Algérie.

### **As-tu des conseils à donner aux élèves actuels ?**

HP. : Travailler l'anglais, et profiter des opportunités d'échanges avec des universités étrangères en plus de l'excellence des cours techniques dispensés à ENSTA Paris. Le nucléaire est, j'en suis sûr, promis à un brillant avenir, avec des possibilités de déploiement à l'international, en Afrique, en Asie du Sud Est – et le nombre de designs de petits réacteurs modulaires atteste de la vitalité de l'innovation dans le domaine.

## **Philippe WOLF (ENSTA Paris 1996)**



### **En quoi consiste ton métier ?**

PW. : Je dirige la filiale française d'un groupe américain, Amentum. En France, nous sommes spécialisés dans l'ingénierie nucléaire et travaillons avec tous les clients du secteur, aussi bien les grosses entreprises publiques comme EDF ou le CEA, que Iter qui est un projet de recherche international,

mais aussi plus récemment avec les jeunes sociétés qui développent de nouvelles technologies AMR (*Advanced Modular Reactor*).

### **Quel a été ton cursus académique, et en particulier ta spécialisation à ENSTA Paris ?**

PW. : Après le baccalauréat, j'ai fait les classes préparatoires à Paris, puis ENSTA Paris. Ma spécialisation s'appelait « réseaux et communication ». Je n'ai pas poursuivi avec un autre diplôme. Au cours de ma carrière, j'ai suivi plusieurs modules de MBA, aux États-Unis notamment.

### **Quelles ont été les grandes étapes de ton parcours depuis ta sortie de ENSTA Paris ?**

PW. : J'ai commencé ma carrière dans l'ingénierie, chez Altran à l'époque, Cap Gemini maintenant. J'ai vite évolué vers un rôle de « *business manager* ». Après une dizaine d'années, je suis rentré chez Westinghouse en France, d'abord pour diriger leur filiale d'ingénierie, puis pour prendre le rôle de directeur pour l'Europe des projets d'ingénierie, avec des clients en France bien sûr, mais aussi en Suède, Belgique, Slovaquie... J'ai par la suite été approché par un chasseur de tête lorsqu'Amentum créait sa filiale en France que je dirige donc depuis sa création.

### **Peux-tu nous donner l'exemple d'une action, d'un projet significatif que tu as mené dans le domaine du nucléaire ?**

PW. : Chaque jour donne de nouvelles satisfactions, surtout en ce moment, alors que l'industrie nucléaire est aussi dynamique ! Mais peut-être que voir les essais en atelier des équipements robotisés que nous avons conçus pour le CEA pour effectuer la reprise de déchets « historiques » a marqué une étape dans le développement de l'activité en France. Voir se matérialiser ce que l'on a conçu, ne plus être simplement un rapport ou une note de calcul mais un prototype dont on peut valider la performance est toujours une étape gratifiante !

### **De ton point de vue, quel rôle a / doit avoir l'ingénieur ENSTA dans ce domaine, notamment dans le cadre du plan France 2030 sur le nucléaire de demain et plus largement celui de l'objectif de neutralité carbone en 2050 ?**

PW. : Les enjeux pour atteindre la neutralité carbone, ce qui passe par la construction de nouvelles capacités nucléaires, sont absolument cruciaux, en France d'abord, et plus largement en Europe. Cela va nécessiter notamment d'augmenter très significativement la taille de la filière, probablement de doubler au moins. Et ENSTA Paris a tout son rôle à jouer pour que des ingénieurs de premier plan puissent prendre leur part dans la redynamisation de la filière ! Cela va aussi nécessiter de bousculer les habitudes, de s'internationaliser, de modifier les process...

### **En quoi ENSTA Paris, par la formation qu'elle dispense aux futur(e)s ingénieur(e)s, aide-t-elle la France à atteindre ses objectifs en matière de renouveau du nucléaire ?**

PW. : J'avoue ne pas connaître suffisamment en détail la formation, depuis le temps, pour être capable de répondre précisément à cette question. Ce qui est sûr, c'est que la diversité des enjeux est énorme et nécessite des ingénieurs capables d'appréhender des systèmes complexes et multi-métiers. La conception de nouvelles technologies d'AMR, le développement de systèmes innovants pour Iter, la robotisation sur les sujets de démantèlement, le développement de la numérisation et demain l'intégration de l'intelligence artificielle sont des exemples parmi d'autres d'enjeux au sein desquels les ingénieurs ENSTA Paris doivent prendre toute leur place.

### **Gardes-tu un souvenir anecdotique de l'école ?**

PW. : Je garde beaucoup de souvenirs de l'école, et de bons souvenirs. Un des souvenirs qui m'a marqué est d'être en charge de l'équipe qui organisait le Gala, à l'époque à l'école, à Paris. Quand on a tout juste une vingtaine d'années, se retrouver en charge d'une équipe, de l'organisation d'un événement, d'un budget, de relations avec des sponsors, des artistes, des autorités locales, de la direction de l'école... c'est une expérience extrêmement formatrice et qui développe aussi des capacités qui sont utiles dans la vie professionnelle.

## As-tu des conseils à donner aux élèves actuels ?

PW. : De profiter de ces années, bien sûr pour parfaire la formation scientifique, mais aussi pour s'ouvrir au monde professionnel, à l'international, aux associations qui je l'espère sont toujours dynamiques à ENSTA Paris. C'est aussi par ces *soft skills* que passe la réussite professionnelle, quelle que soit la voie que l'on emprunte ou l'industrie que l'on rejoint. Et contactez nous, les diplômés, participez aux animations proposées par les entreprises, posez des questions... Ce n'est pas toujours simple de se représenter ce qu'est la vie professionnelle quand on est étudiant(e). Servez-vous de tout ce qui pourra vous permettre de mieux réaliser à quoi peut ressembler votre quotidien dans un futur emploi, pour vous permettre de bien choisir votre voie et vous épanouir. Et l'industrie nucléaire a réellement de belles carrières à proposer, des projets excitants dans une filière en forte croissance !

## Julien LE GOFF (ENSTA Paris 1997)



### En quoi consiste ton métier ?

JLG. : Je suis en charge de définir avec les services de l'État le cadre de financement et de régulation nécessaire au développement des prochains réacteurs nucléaires français, dits « EPR2 ». C'est un métier qui nécessite une

bonne compréhension des enjeux financiers, du droit de la concurrence européen et du fonctionnement du marché de l'électricité.

### Quel a été ton cursus académique, et en particulier ta spécialisation à ENSTA Paris ?

JLG. : J'ai suivi un parcours classique d'ingénieur avec un baccalauréat scientifique, des classes préparatoires et une école, ENSTA Paris. En troisième année, souhaitant travailler dans la production d'électricité, j'ai suivi l'option « énergie nucléaire » pour 75% de mon cursus ; les 25% restants m'ont permis d'approfondir un sujet qui me tenait à cœur : l'espace, avec le module de « propulsion spatiale ».

### Quelles ont été les grandes étapes de ton parcours depuis ta sortie de ENSTA Paris ?

JLG. : J'ai commencé dans l'ingénierie chez EDF, sur un tout autre sujet que le nucléaire : la rénovation et la construction de centrales thermiques au charbon et au gaz. À l'époque, l'enjeu était de réduire les émissions (particules, NO<sub>x</sub> et SO<sub>x</sub>) et de prolonger l'exploitation en toute sécurité d'installations fortement sollicitées lors du suivi de charge par des arrêts / redémarrages fréquents avec toutes les problématiques de vieillissement des matériaux et de chocs thermiques que cela implique.

J'ai ensuite occupé différentes fonctions de consultant, d'expert et de manager dans plusieurs métiers du groupe : réseaux de distribution, RH, direction

financière, commerce BtoB, direction de la stratégie. J'ai pu y développer une certaine expertise dans les domaines du fonctionnement du marché, du système électrique, du financement d'activités, des enjeux européens, de la négociation de contrats complexes et de la compréhension des jeux d'acteurs et des dynamiques de groupe.

### Peux-tu nous donner l'exemple d'une action, d'un projet significatif que tu as mené dans le domaine du nucléaire ?

JLG. : Dans le domaine du nucléaire, j'interviens plus sur l'équilibre économique de ce secteur que sur des sujets techniques.

La structure de coûts des centrales nucléaires impose un très fort besoin de *cash* avant la mise en service, avec ensuite des coûts d'exploitation limités durant 60 ans d'exploitation et des coûts de post-exploitation à anticiper. Ce n'est sans doute pas le seul secteur à présenter un tel profil, mais c'est à ma connaissance le seul qui fait face à une absence de visibilité sur ses revenus futurs, sur la place qui lui sera dévolue dans le mix électrique européen pour lutter contre le réchauffement climatique et qui nécessite un haut niveau d'expertise et d'anticipation de la part des ingénieurs. Si vous ajoutez des enjeux politiques nationaux autour du pouvoir d'achat et de la compétitivité de l'économie, vous comprenez assez vite l'importance de traiter cette question de l'équilibre économique de l'activité nucléaire dans la durée pour préserver la filière industrielle associée.

Avant de rejoindre le programme en charge des nouveaux réacteurs nucléaires, j'ai eu à négocier avec les services de l'État (eux-mêmes en discussion avec la Commission Européenne) la régulation qui devait se substituer en 2021 au dispositif actuel de l'ARENH (dispositif conduisant EDF à vendre à un prix fixé mais non garanti une très grande partie de sa production nucléaire). Cette discussion a commencé dans un marché sur-capacitaire, avec un prix du CO<sub>2</sub> structurellement sous-évalué entraînant tous deux des prix de marché très bas et des opportunités d'arbitrage du dispositif ARENH préjudiciables à l'équilibre économique du parc nucléaire français ; une situation intenable pour le secteur nucléaire qui devait à la fois prolonger la durée de vie des centrales actuelles et relancer la construction de nouveaux réacteurs. Dans ce contexte, il a fallu expliquer d'une part, le caractère incertain des prix actuels, donc le besoin d'anticiper les hausses futures pour les consommateurs tout en autorisant une rémunération raisonnable de l'activité et d'autre part, trouver un schéma compatible avec le cadre européen et en particulier, un schéma préservant le fonctionnement du marché de gros de l'électricité. Si les discussions au niveau européen n'ont pu aboutir en 2021, ces quatre années de négociation auront permis d'éviter une dégradation de la situation, de faire la lumière sur la structure de coûts du parc nucléaire français et sur l'atout que constituait un tel parc pour le système électrique ; elles auront aussi permis un partage des limites du marché et de la nécessité de sortir de l'impasse tarifaire dans laquelle le parc nucléaire français a été placé. Au niveau européen, la crise énergétique post-Covid et le conflit en Ukraine sont venus brutalement confirmer les arguments et l'analyse

que l'État français défendait quelques années plus tôt. Le nouveau *Market Design* retenu par l'Union Européenne en ce début d'année va dans le bon sens ; les discussions passées auront donc été utiles.

**De ton point de vue, quel rôle a / doit avoir l'ingénieur ENSTA dans ce domaine, notamment dans le cadre du plan France 2030 sur le nucléaire de demain et plus largement celui de l'objectif de neutralité carbone en 2050 ?**

JLG. : Sur la base de l'expérience que je viens de décrire, la mission de l'ingénieur dans le domaine du nucléaire me semble impliquer de penser les problématiques dans la durée et dans une vision systémique. Dans bien des situations, l'ingénieur ne verra pas la mise en œuvre de la solution définitive... parce qu'il sera appelé à d'autres fonctions... ou simplement parce que les systèmes évoluent et s'adaptent aux changements (y compris aux solutions que nous proposons). L'ingénieur me semble donc avoir pour rôle d'éclairer au mieux les enjeux et les problèmes posés, de proposer des solutions robustes aux évolutions futures (avec une certaine flexibilité) et surtout d'intégrer le plus en amont possible le facteur humain et dans le cas présent les besoins des décideurs politiques d'une part et les attentes des parties prenantes d'autre part.

**En quoi ENSTA Paris, par la formation qu'elle dispense aux futur(e)s ingénieur(e)s, aide-t-elle la France à atteindre ses objectifs en matière de renouvellement du nucléaire ?**

JLG. : ENSTA Paris dispense une formation qui permet d'embrasser toutes les dimensions de l'activité nucléaire. Elle permet aux futurs ingénieurs d'aborder les questions qui leur sont posées avec un regard plus large que la seule résolution du problème rencontré. Elle limite ainsi le risque qu'une solution à un problème « A » ne conduise à l'émergence d'un nouveau problème « B ». C'est une difficulté que je rencontre quotidiennement et qui vous oblige à explorer de nouveaux champs de compétences parfois très éloignés du métier d'ingénieur ; dans mon cas ce fut par exemple le droit de la concurrence et le droit fiscal. Quand je discute avec des collègues en charge de la conception et de la construction des nouveaux réacteurs, ils sont confrontés aux mêmes défis : embrasser la complexité dans le temps et la diversité des sujets qu'elle implique. Plus largement, la formation dispensée par ENSTA Paris développe cette capacité à gérer la complexité et à proposer des voies de compromis. Cette capacité – et idéalement cette posture face aux questions – est essentielle pour répondre aux attentes multiples et parfois contradictoires de la société vis-à-vis du nucléaire d'une part et d'autre part, pour concevoir des installations capables de s'adapter à un environnement en pleine transformation du fait du réchauffement climatique.

**Gardes-tu un souvenir anecdotique de l'école ?**

JLG. : Je garde de très bons souvenirs de ma scolarité à ENSTA Paris et ils sont nombreux ! Difficile d'en isoler un en particulier. Mais puisque j'ai beaucoup parlé de formation, je voudrais ajouter l'importance qu'aura eu pour moi l'engagement associatif, ces moments où des

petits groupes motivent toute une école autour d'objectifs et amènent chacun à se dépasser et à être fier d'un résultat. C'est en définitive une très belle école de management et de conduite de projets.

**As-tu des conseils à donner aux élèves actuels ?**

JLG. : Je vous conseillerais d'abord de vous faire plaisir dans le travail et dans la vie en général. Ensuite, intéressez-vous aux gens, sincèrement et de manière totalement désintéressée. Cela peut vous sembler « chronophage » ou « moins efficace », mais pour revenir sur le sujet de la complexité, s'intéresser aux autres est un levier important (pour ne pas dire le premier levier) pour gérer la complexité : soit parce que cette dernière repose sur l'humain (je vous renvoie ici à l'excellent cours d'ENSTA Paris sur la communication dont j'ai toujours le polycopié), soit parce que le regard de l'autre peut toujours vous apporter une piste à laquelle vous ne penserez jamais (a fortiori si l'autre n'a pas votre formation ou ne vient pas de votre milieu socioprofessionnel ou de votre pays). Si ce conseil vous paraît banal ou inutile... c'est qu'il est grand temps d'y réfléchir.

**Charlotte MAES (ENSTA Paris 2000)**



**En quoi consiste ton métier ?**

CM. : Je suis **directrice de la centrale nucléaire du Blayais**, située en Haute Gironde.

Ce sont 4 réacteurs de 900 MW, construits au début des années 80, sur lesquels nous menons actuellement les travaux de rénovation attachés à la quatrième visite décennale des réacteurs, dans le cadre du programme de grand

carénage du parc nucléaire français. C'est un programme majeur de maintenance, de modernisation et d'installation d'équipements supplémentaires destinés à rehausser le niveau de sûreté de nos centrales.

Le site que je dirige emploie un peu plus de 1 500 agents EDF, ainsi qu'un millier de salariés d'entreprises partenaires.

**Quel a été ton cursus académique, et en particulier ta spécialisation à ENSTA Paris ?**

CM. : J'ai intégré ENSTA Paris en 1998, en école d'application de l'école Polytechnique où je suis entrée en 1995. J'ai choisi ENSTA Paris du fait de mon intérêt pour les cours proposés, ainsi que pour les stages en entreprise intégrés au cursus. J'y ai suivi en dernière année les spécialisations génie industriel, chimie des procédés et énergie nucléaire, ainsi que des modules de finance et de droit du travail qui me servent encore aujourd'hui.

## **Quelles ont été les grandes étapes de ton parcours depuis ta sortie de ENSTA Paris ?**

CM. : J'ai démarré mon parcours dans la centrale nucléaire de Cruas-Meysses, sur un poste qu'EDF propose classiquement aux ingénieurs diplômés de grandes écoles qui s'intéressent à la production, à savoir l'apprentissage puis la pratique (en 3x8) du pilotage du réacteur nucléaire depuis la salle de commande.

J'ai ensuite profité de la grande diversité des activités du groupe EDF pour alterner entre des postes de management dans différentes centrales nucléaires (manager d'équipe, cheffe de service, directrice déléguée), et des postes d'ouverture en région parisienne (ainsi qu'un passage en Angleterre), qui m'ont permis de découvrir les fonctions centrales (gestion des positions d'EDF sur les marchés électriques, centres d'ingénierie du nucléaire existant et du nouveau nucléaire, état-major de la division production nucléaire d'EDF), tout en offrant un compromis en matière de mobilité dans la gestion de deux carrières dans le secteur industriel (les unités de production étant rarement en centre-ville !).

## **Peux-tu nous donner l'exemple d'une action, d'un projet significatif que tu as mené dans le domaine du nucléaire ?**

CM. : Mon plus gros challenge, à titre personnel, a probablement été la prise en charge, il y a une dizaine d'années, d'un service de 200 personnes à la centrale de Cattenom, dans le domaine de la conduite des opérations (c'est le service en charge de surveiller et piloter les installations, ainsi que de les préparer aux opérations de maintenance). Avec l'aide de mon équipe resserrée, j'ai conduit un changement d'organisation dimensionnant, touchant à la plupart des rôles, tout en maintenant la cohésion sociale et le niveau de performance. Pendant ces mêmes années, nous avons organisé et piloté la contribution du service à la préparation et à la réalisation des troisièmes visites décennales des réacteurs, un programme de rénovation d'ampleur inédite dans l'histoire du site. Ce fut une expérience intense et marquante, extrêmement formatrice dans ses dimensions techniques, organisationnelles (avec une recherche permanente d'agilité et d'innovation), et managériales évidemment.

## **De ton point de vue, quel rôle a / doit avoir l'ingénieur ENSTA dans ce domaine, notamment dans le cadre du plan France 2030 sur le nucléaire de demain et plus largement celui de l'objectif de neutralité carbone en 2050 ?**

CM. : Même si la prise de conscience de la jeune génération vis-à-vis des enjeux de transition énergétique est une réalité, ENSTA Paris a un rôle à jouer pour transformer chez ses étudiants cette prise de conscience en engagement dans l'action. Ni la poursuite de la fuite en avant dans l'utilisation des énergies fossiles, ni la mise en retrait totale du système, prônée par quelques-uns, ne me semblent être des options. Nous avons besoin de toutes les intelligences et de tous les talents pour relever le défi immense qui attend les générations à venir.

Les métiers de la transition énergétique, et les métiers du nucléaire en particulier, ont besoin des meilleures

compétences scientifiques et techniques du pays, pour exploiter des installations complexes ou mener des projets qui sont de véritables défis industriels. ENSTA Paris forme des ingénieurs qui ont toutes les qualités pour relever ces défis.

Plus largement, la relance de la filière nucléaire française a besoin de s'appuyer sur la reconstruction de la capacité industrielle du pays, qui s'est fortement érodée au cours des dernières décennies. La désindustrialisation de la France a joué un rôle non négligeable dans les difficultés de la filière nucléaire. Réciproquement, la relance du nucléaire est une opportunité pour tout le secteur industriel, à travers les commandes massives qu'elle génère. ENSTA Paris doit donc continuer à former les ingénieurs qui vont participer à la reconstruction de l'industrie française. Celle-ci doit se réinventer pour se différencier des concurrents internationaux, en étant une industrie d'excellence, d'innovation, fermement inscrite dans les ambitions de décarbonation de l'économie.

## **En quoi ENSTA Paris, par la formation qu'elle dispense aux futur(e)s ingénieur(e)s, aide-t-elle la France à atteindre ses objectifs en matière de renouveau du nucléaire ?**

CM. : Le cursus d'ENSTA Paris permet d'acquérir des connaissances scientifiques, dans les domaines de la mécanique, de la mécanique des fluides, de la physique nucléaire (entre autres), qui leur permettent de prendre pied avec aisance et rapidité dans les postes d'entrée pour les jeunes ingénieurs, qui dans le secteur nucléaire sont souvent des postes à forte dimension technique. Les connaissances apportées par le parcours actuel « énergie électronucléaire » sont évidemment un atout particulièrement appréciable. Mais les étudiants qui ne l'ont pas suivi ne doivent surtout pas se censurer s'ils envisagent de rejoindre EDF : nous recrutons dans une multitude de spécialités et notre dispositif de formation professionnelle interne extrêmement développé permet d'apporter aux jeunes ingénieurs les compétences qui pourraient leur manquer.

Au-delà de ces savoirs académiques, les ingénieurs d'ENSTA Paris apprennent à résoudre des problèmes complexes, aux paramètres multiples. Ils apprennent à développer leur initiative et leur autonomie, mais aussi leur capacité à travailler en équipe et en réseau, à travers des expériences de gestion de projet. Ce sont des compétences essentielles pour les métiers d'ingénieurs qu'ils occuperont, en centre de production ou en centre d'ingénierie.

## **Gardes-tu un souvenir anecdotique de l'école ?**

CM. : Je garde un souvenir vraiment chaleureux de l'accueil qui avait été réservé par les étudiants de deuxième année d'ENSTA Paris aux X qui les rejoignaient en école d'application, alors que les amitiés s'étaient souvent déjà nouées en première année et que de notre côté, nous arrivions peut-être un peu moins motivés par la vie de campus, après trois ans de vie étudiante. Cet effort d'ouverture et d'accueil, qui ne se retrouvait pas dans toutes les écoles, est une belle signature de l'esprit d'ENSTA Paris.

### **As-tu des conseils à donner aux élèves actuels ?**

CM. : Pendant leur temps en école, je les encourage à saisir les opportunités qui leur sont offertes sur le campus et dans le cadre de leur cursus, pour cultiver leur curiosité et leur ouverture, que ce soit via les activités associatives, sportives, ou bien sûr via les projets et les stages en entreprise.

Ensuite, je les engage à se poser les bonnes questions au moment du choix de leur premier poste, qui conditionne souvent une grande partie de la suite du parcours. J'ai croisé ces dernières années un certain nombre d'anciens camarades de classes préparatoires ou d'écoles d'ingénieurs en plein doute, la quarantaine passée, sur le sens de leur action et de leur bilan. Je peux vous dire toute la satisfaction que peut apporter chaque matin la perspective de passer sa journée au service d'une industrie qui participe à la lutte contre le dérèglement climatique et à l'indépendance énergétique et industrielle de la France. Choisir un métier qui a du sens, c'est important !

Et bien sûr, je les encourage à profiter de ces années d'école, où on se forge des amitiés souvent pour la vie, et aussi un réseau de connaissances dont on mesure la force des années plus tard.

### **Gaëlle BABILLOTTE (ENSTA Paris 2002)**



#### **En quoi consiste ton métier ?**

GB. : Je suis **cheffe de projet chez Emerson**, entreprise multinationale spécialisée dans les solutions technologiques pour les entreprises, en particulier dans l'automatisation industrielle et les solutions pour les industries de l'énergie et du procédé.

Je suis responsable de la gestion complète de projets de robinetterie destinés aux centrales nucléaires, notamment pour les EPR2.

Mon rôle consiste à coordonner et superviser toutes les activités liées à la réalisation de ces contrats, depuis les études de conception jusqu'à la livraison finale, en passant par la fabrication. Je dois également assurer une communication efficace avec toutes les parties prenantes, qu'elles soient internes ou externes à l'entreprise, notamment les clients et les fournisseurs. Mon objectif est de garantir la réussite des projets en matière de qualité, de coûts et de délais, tout en respectant les normes et les exigences réglementaires du secteur nucléaire.

#### **Quel a été ton cursus académique, et en particulier ta spécialisation à ENSTA Paris ?**

GB. : Après mes années de classes préparatoires (PCSI puis PC\*), j'ai été admise à l'X, et à ma sortie de l'X, j'ai choisi de faire ma formation complémentaire à ENSTA Paris, en me spécialisant en génie des procédés.

#### **Quelles ont été les grandes étapes de ton parcours depuis ta sortie de ENSTA Paris ?**

GB. : Au début de ma carrière, j'ai occupé un poste de consultante au sein du groupe Altran, où j'ai travaillé sur des missions liées à la sécurité, telles que la certification ATEX de turbines à gaz pour General Electric, l'animation de réunions HAZOP et la rédaction d'études de danger pour ARKEMA.

Désireuse d'évoluer vers la gestion de projet, j'ai ensuite rejoint Emerson en tant que consultante Altran. Chez Emerson, j'ai eu l'opportunité de gérer de nombreux projets dans le domaine de l'instrumentation et de l'analyse, principalement axés sur la fourniture de solutions clés en main pour les clients, telles que des systèmes d'échantillonnage et d'analyse avec contrôle-commande intégré et des systèmes de *Tank Gauging* ; il s'agit de systèmes de mesure de niveau (jaugeage), mais aussi de température et de pression, de réservoirs (dans mon cas de gaz naturel liquéfié) à des fins d'inventaire, mais aussi de surveillance / sécurité, pour éviter que le liquide ne s'évapore et n'engendre des phénomènes dangereux de type explosion.

J'ai ensuite pris en charge en plus les projets d'instrumentation nucléaire, ce qui m'a permis de me familiariser avec les particularités de la gestion des projets nucléaires, telles que les exigences réglementaires, ainsi que la durée et les coûts élevés de ces projets.

Depuis le mois d'octobre dernier, je suis en charge de la gestion des projets de robinetterie, essentiellement pour des contrats à destination des EPR2, qui correspondent aux études de design et de qualification du matériel, ainsi qu'à la fourniture de matériel pour les six centrales en projet.

Ces contrats nous engagent sur une durée d'une quinzaine d'années.

#### **Peux-tu nous donner l'exemple d'une action, d'un projet significatif que tu as mené dans le domaine du nucléaire ?**

GB. : Dans le cadre de la construction de la centrale de Flamanville, nous avons dû adapter un produit initialement destiné à l'industrie conventionnelle pour qu'il réponde aux exigences strictes de l'industrie nucléaire.

Pour atteindre cet objectif, j'ai travaillé en étroite collaboration avec deux de nos usines, chacune apportant son expertise spécifique. Notre usine américaine a fourni tous les éléments de design pour le produit, en apportant son expertise technique sur ce produit. De son côté, notre usine française, spécialisée dans la fabrication d'équipements pour l'industrie nucléaire, a pris en charge les approvisionnements de matière, la fabrication et les contrôles finaux des produits en totale conformité avec le code RCC-M (qui définit les règles de conception et de fabrication des matériels mécaniques des îlots nucléaires).

#### **De ton point de vue, quel rôle a / doit avoir l'ingénieur ENSTA dans ce domaine, notamment dans le cadre du plan France 2030 sur le nucléaire de demain et plus largement celui de l'objectif de neutralité carbone en 2050 ?**

GB. : Par sa formation assez généraliste, l'ingénieur ENSTA Paris peut intervenir dans des domaines très

variés, et a donc de nombreux rôles à jouer, que ce soit en conception d'équipements pour l'industrie nucléaire, dans la fiabilisation et la sécurité, dans la coordination des projets, ou bien encore en participant à la formation ou la sensibilisation des futurs ingénieurs ou de tout autre acteur du monde nucléaire.

### **En quoi ENSTA Paris, par la formation qu'elle dispense aux futur(e)s ingénieur(e)s, aide-t-elle la France à atteindre ses objectifs en matière de renouveau du nucléaire ?**

GB. : Par les formations offertes dans le cadre du pôle « Mobilité et Énergie », et encore plus par les parcours « Énergie électronucléaire » et « Énergies en transition », ENSTA Paris forme des ingénieurs qui auront un solide socle de connaissances pour travailler dans l'industrie nucléaire et relever tous les défis qu'elle aura à surmonter pour que la France atteigne ses objectifs.

### **As-tu des conseils à donner aux élèves actuels ?**

GB. : De faire preuve de curiosité et d'ouverture d'esprit, et de profiter des opportunités qui leur sont offertes d'élargir leur horizon, par le biais des stages en entreprise ou d'un cursus à l'international.

## **Hugues MARTIN (ENSTA Paris 2003)**



### **En quoi consiste ton métier ?**

HM. : Je dirige actuellement les activités Défense de TechnicAtome, entreprise qui a mis au point, entretient et développe les compétences françaises dans le domaine de la propulsion nucléaire. Nous parlons chez TechnicAtome de « chaufferies nucléaires de

propulsion ». Cette technologie est mise en œuvre sur les bâtiments de la Marine Nationale (sous-marins nucléaires d'attaque SNA, sous-marins nucléaires lanceurs d'engins SNLE et porte-avions Charles de Gaulle). Je dirige l'ensemble des activités des programmes de nouvelles chaufferies (Barracuda, SNLE de troisième génération, porte-avions de nouvelle génération), des activités de services dans le cadre de l'entretien des chaufferies en exploitation, des activités de fabrication du combustible nucléaire qui est rechargé périodiquement, et des activités d'exploitation de la base arrière de Cadarache où sont regroupés nos moyens industriels permettant la mise au point, le stockage, l'entretien et la réparation des équipements embarqués.

### **Quel a été ton cursus académique, et en particulier ta spécialisation à ENSTA Paris ?**

HM. : Après avoir intégré ENSTA Paris à l'issue des classes préparatoires, j'ai choisi en deuxième année une voie de spécialisation dans le domaine des technologies de l'information. Puis j'ai fait le choix en troisième année de suivre un double cursus à l'université Paris Dauphine, menant à l'obtention, en

parallèle de mon diplôme d'ingénieur, d'un DEA en « économie industrielle ». Cela m'a amené à m'intéresser au domaine de l'énergie et j'ai fait mon stage de fin d'études sur un projet de SMR (*Small & Modular Reactor*) destiné à la production couplée d'électricité et d'eau potable par dessalement d'eau de mer. C'est ainsi que je suis rentré en 2003 à TechnicAtome, que je n'ai pas quitté depuis.

### **Quelles ont été les grandes étapes de ton parcours depuis ta sortie de ENSTA Paris ?**

HM. : Après 18 mois passés sur ce projet SMR, j'ai basculé en 2005 sur les activités de propulsion nucléaire, cœur d'activité de TechnicAtome, en rejoignant le programme Barracuda (sous-marins nucléaires d'attaque) qui entrait en phase de réalisation. Tout était alors à mettre en place : les contrats avec les clients étatiques, l'organisation du projet au sein de l'entreprise, les marchés de sous-traitance avec l'ensemble de nos partenaires industriels... J'ai passé près de 15 ans sur ce programme, dans de nombreuses fonctions différentes et en enchaînant les phases d'études de conception, d'approvisionnement, de montage et de mise en service. J'en ai pris la direction en 2014, jusqu'au départ à la mer en 2020 du SUFFREN, premier sous-marin de la série. Ces années ont été passionnantes ; les phases se sont enchaînées avec des enjeux et des challenges toujours renouvelés. Nous sommes parfois passés par des moments de grandes difficultés, dont nous sommes sortis en faisant preuve de solidarité entre les équipes. J'ai fait de très belles rencontres et je garderai en mémoire des moments de grande émotion, comme celui de la cérémonie de mise à l'eau du SUFFREN en 2019 qui constituait un grand moment de fierté pour tous ceux qui s'étaient engagés pendant de nombreuses années sur ce programme.

Je m'y suis forgé une solide expérience dans le management de grands programmes industriels, dans l'ensemble des dimensions technique, organisationnelle, financière et calendaire. À l'issue, j'ai d'abord pris en 2020 la direction du programme SNLE 3G (sous-marins nucléaires lanceurs d'engins) qui entrait à son tour en phase de réalisation, puis la direction de l'ensemble des activités défense fin 2023. La « direction réacteurs de défense » dont j'ai la charge réalise aujourd'hui plus de 500 M€ de chiffre d'affaires annuel, et emploie près de 1 800 personnes dans tous les métiers de l'ingénierie, de la fabrication, de l'exploitation et de la maintenance. Nos compétences et nos activités sont au service de la défense et plus précisément de la dissuasion.

### **Peux-tu nous donner l'exemple d'une action, d'un projet significatif que tu as mené dans le domaine du nucléaire ?**

HM. : J'ai envie de partager un moment de grande tension rencontré dans les dernières années de construction du SUFFREN et dont nous sommes sortis renforcés. Nous avons rencontré de fortes difficultés lors du chantier final d'intégration à Cherbourg, en grande partie du fait d'une perte de compétences dans certains métiers, consécutive à la baisse d'activité vers la fin des années 2000. Il a fallu comprendre la nature des difficultés sur un chantier qui employait à lui seul plus de 1 000 personnes, reconstruire certains savoir-faire, et

pour cela sortir du cadre, proposer d'effacer les barrières entre les organisations et les contrats, entre les partenaires TechnicAtome, Naval Group et leurs sous-traitants, pour mettre à profit de la meilleure des manières les compétences de chacun. C'est une grande fierté d'avoir réussi à convaincre et à fédérer les équipes dans ce moment particulier.

**De ton point de vue, quel rôle a / doit avoir l'ingénieur ENSTA dans ce domaine, notamment dans le cadre du plan France 2030 sur le nucléaire de demain et plus largement celui de l'objectif de neutralité carbone en 2050 ?**

HM. : Les ingénieurs doivent s'engager dans la société, et prendre leur part dans la défense de la science et du progrès scientifique et technologique. Le débat public a été monopolisé pendant de trop nombreuses années par des intérêts court-termistes, voire parfois par des visions obscurantistes, ne laissant que peu de place à des politiques qui nécessitent de faire œuvre de pédagogie et d'engager le pays dans le long terme, avec constance. Le nucléaire ne pouvait que difficilement trouver sa place dans le mix énergétique futur dans un tel contexte. Il faut se réjouir que la tendance se soit inversée depuis plusieurs années maintenant mais il ne faut certainement pas considérer que cet acquis est définitif. Il incombe aux hommes et aux femmes de cette filière d'entretenir la flamme en démontrant que nous sommes à la hauteur des enjeux, et en poursuivant un travail de pédagogie honnête, lucide et éclairé sur les choix de société qui s'offrent à nous.

**En quoi ENSTA Paris, par la formation qu'elle dispense aux futur(e)s ingénieur(e)s, aide-t-elle la France à atteindre ses objectifs en matière de renouveau du nucléaire ?**

HM. : Il faut évidemment apporter des réponses techniques aux sujets qui accompagnent l'industrie nucléaire depuis son lancement, en particulier sur les questions des déchets, de la sûreté nucléaire ou encore de fermeture du cycle avec la surgénération. Mais il faut aussi – et peut-être même prioritairement – retrouver une pleine souveraineté et une pleine maîtrise industrielle de ces activités. L'industrie nucléaire a connu trop de retards, trop de difficultés organiques dans les chaînes de décisions, trop de pertes de souveraineté dans certains métiers et secteurs stratégiques. Il faut redresser la barre, redonner toute leur valeur aux métiers industriels, retrouver une performance opérationnelle à la hauteur des enjeux énergétiques du pays. Le défi à relever est immense mais il est passionnant.

**Gardes-tu un souvenir anecdotique de l'école ?**

HM. : Je garde évidemment plein de très bons souvenirs personnels mais surtout celui d'une école qui a su proposer un cadre de vie étudiante très agréable tout en conservant une exigence académique de haut niveau, garantissant une formation complète, ouverte et solide.

**As-tu des conseils à donner aux élèves actuels ?**

HM. : Mettez de l'engagement et de l'exigence dans tout ce que vous entreprenez. Faites toujours de votre mieux, et vous serez fiers de vos accomplissements.

## Nicolas COURADE (ENSTA Paris 2007)



**En quoi consiste ton métier ?**

NC. : Aujourd'hui, je fais partie, au sein de la société **Edvance** (filiale d'ingénierie nucléaire du groupe EDF), de la **direction de l'équipe en charge de la conception de l'îlot nucléaire des centrales nucléaires de type « EPR2 »**, autrement dit les architectes des

bâtiments et systèmes autour de la cuve du réacteur de ces centrales.

Au sein de cette équipe, mon rôle est double :

- \* Tout d'abord, pousser (et aider) l'ensemble des managers de cette équipe à améliorer leur productivité via la mise en place de leviers d'amélioration concrets à leur niveau ;
- \* Ensuite, m'assurer que les méthodes globales de pilotage de projets et de contrats que nous utilisons nous poussent vers cette recherche de productivité, au service du programme EPR2.

**Quel a été ton cursus académique, et en particulier ta spécialisation à ENSTA Paris ?**

NC. : À ENSTA Paris, en deuxième année, j'ai choisi le cursus « mécanique des fluides », et par ailleurs des enseignements d'option très théoriques (relativité générale, théorie des opérateurs auto-adjoints...) ; non dans l'optique de m'orienter vers la recherche – je savais vouloir m'orienter vers l'industrie – mais plutôt car ce serait ma dernière occasion de me frotter vraiment à de la science dure.

Après une année de césure passée chez Alstom Transport, j'avais en troisième année choisi l'option « trains et voitures » -- officiellement nommée « transports terrestres et ferroviaires », si je me souviens bien.

Ce que mon parcours prouve, c'est qu'il n'est pas nécessaire de faire l'option « nucléaire » pour entrer dans ce secteur. Ce dont nous manquons le plus pour mener nos grands projets, ce n'est pas, à mon sens, de neutroniciens experts mais d'ingénieurs compétents dans un domaine technique donné, prêts à l'appliquer dans le contexte nucléaire avec son lot de contraintes spécifiques, ayant une compréhension minimum dans l'ensemble des domaines composant une centrale nucléaire. Ce sont des compétences que tout ingénieur ENSTA Paris doit avoir en sortie d'école.

**Quelles ont été les grandes étapes de ton parcours depuis ta sortie de ENSTA Paris ?**

NC. : Suite à ma sortie d'ENSTA Paris en 2007 – en réalité, un peu avant car à cette époque, j'avais été autorisé à valider mon projet de fin d'études à travers les six premiers mois d'un VIA (volontariat international), j'ai tout d'abord rejoint le service nucléaire de l'ambassade de France en Chine où, pendant deux ans, j'ai eu comme mission de faciliter la coopération

bilatérale dans ce domaine, à travers des actions de veille, de lobbying (à la fois en France et en Chine), et de mise en relation des acteurs français et chinois de cette industrie. Même si très peu technique dans mon quotidien, cette mission m'a permis de développer une vision globale du secteur nucléaire dans son ensemble et de discuter avec de nombreux experts des différents sous-domaines le composant (recherche, ingénierie, production électronucléaire, cycle du combustible...).

À la fin de mon VIA, j'ai décidé de rentrer en France où j'ai rejoint le groupe EDF. Mes premières sept années dans le groupe l'ont été au sein de la centrale de Tricastin, où j'ai appris les métiers du pilotage de projet, de responsable maintenance et de manager de première ligne, au sein d'une unité tournée vers l'exploitation d'une machine complexe, à savoir quatre tranches nucléaires. Cette expérience a été très riche, me permettant de comprendre en profondeur et sur le terrain les aspects à la fois humains et techniques de l'un des cœurs de métier du groupe EDF.

J'ai ensuite eu l'opportunité de rejoindre la division « combustible nucléaire », au sein de laquelle j'ai été en charge des achats de services d'enrichissement d'uranium, ainsi que de diverses matières chimiques spéciales nécessaires au fonctionnement des centrales. Puis, en 2018, j'ai eu l'opportunité de rejoindre le projet HPC en Angleterre, d'abord comme responsable adjoint du lot « montages électromécaniques », puis comme directeur adjoint du bureau d'Edvance déporté au Royaume-Uni.

Il y a quelques mois, j'ai finalement rejoint mon poste actuel, après un passage rapide comme chef de projet, toujours pour Edvance, de la conception des îlots nucléaires du SMR Nuward.

Je pense que mon parcours démontre la très grande diversité de métiers que l'on peut exercer au sein d'une entreprise comme EDF tout en restant dans le domaine nucléaire. Cette diversité de métiers est aussi présente au sein d'une grande partie des autres entreprises du secteur, qu'ils soient opérateurs / donneurs d'ordres, ou fournisseurs.

### **Peux-tu nous donner l'exemple d'une action, d'un projet significatif que tu as mené dans le domaine du nucléaire ?**

NC. : Je prendrai l'exemple du déploiement de la co-ingénierie en entreprise étendue par plusieurs entreprises différentes et de manière synchronisée dans un outil de CAO unique (ici une maquette 3D de centrale nucléaire).

Cela peut paraître simple, mais en réalité nécessite une coordination fine et un alignement profond de personnes très différentes (et ayant des intérêts de court terme parfois divergents) : les utilisateurs des différentes entreprises qui doivent aligner leurs pratiques et méthodes, bien sûr, mais également pour chaque entreprise, les exploitants du système d'information, les juristes en charge de la propriété intellectuelle, les commerciaux, les responsables de la cybersécurité... un nombre très important de parties prenantes à aligner sur un but commun, stratégique pour EDF mais plus largement pour la filière nucléaire française dans son ensemble, puisque visant à fiabiliser et raccourcir les cycles d'ingénierie des nouveaux designs de réacteurs, que ce soit EPR2 ou les SMR.

J'ai par ailleurs eu le plaisir de voir la mise en service du prototype avec notre premier partenaire, à l'été 2023, et nous sommes maintenant entrés dans une phase de déploiement de cette nouvelle méthode de travail avec l'ensemble des partenaires de la filière pour lesquels cela est pertinent, sur tous nos nouveaux projets.

### **De ton point de vue, quel rôle a / doit avoir l'ingénieur ENSTA dans ce domaine, notamment dans le cadre du plan France 2030 sur le nucléaire de demain et plus largement celui de l'objectif de neutralité carbone en 2050 ?**

NC. : L'ingénieur ENSTA Paris, de par sa formation généraliste mais poussée, doit avoir – et est naturellement bien placé pour ce faire – un rôle d'intégrateur dans un domaine technique exigeant, très contraint et interconnecté comme le sont toutes les installations nucléaires. Et au-delà de l'intégration technique de ces installations, les bases données par l'école aux ingénieurs ENSTA Paris sur des sujets aussi variés que la gestion ou les questions juridiques lui permettent également de remettre son activité technique dans son environnement légal et global et donc, après quelques années d'expérience, d'évoluer vers des rôles de pilotage de projets complexes, que sont par nature toutes les évolutions à venir de notre infrastructure énergétique nationale, nécessaires pour viser la neutralité carbone en 2050.

### **En quoi ENSTA Paris, par la formation qu'elle dispense aux futur(e)s ingénieur(e)s, aide-t-elle la France à atteindre ses objectifs en matière de renouveau du nucléaire ?**

NC. : ENSTA Paris, de par la formation qu'elle dispense à ses élèves, touchant à de nombreux domaines, aussi bien techniques que non techniques, les met dans une position idéale pour comprendre et faire la synthèse des enjeux de parties prenantes très différentes, et ainsi amener ces différentes parties prenantes à trouver une voie commune de résolution des challenges complexes, et *in fine* de succès de l'ensemble des acteurs de la filière ; que ce soit à l'échelle d'un projet unique s'insérant dans un territoire, avec des contraintes réglementaires, techniques et financières importantes, ou à plus grande échelle, sur le développement d'un écosystème très interconnecté et interdépendant.

Cette compréhension globale et cette capacité à dialoguer et à comprendre l'ensemble des parties prenantes, qui est au cœur de la formation d'ENSTA Paris, sont pour moi une compétence essentielle.

### **Gardes-tu un souvenir anecdotique de l'école ?**

NC. : Plusieurs, principalement liés à ma participation dans les différentes associations de l'école. Celle qui me tient le plus à cœur est l'organisation et la réalisation du premier tournoi « 7 à Paris », que nous avons redémarré après plusieurs années d'interruption.

Sa réussite, après une année complète de préparation, de recherche de financements, de recherche d'un terrain et de solutions d'hébergement, ainsi que de communication auprès de nombreuses écoles européennes, toute la logistique le jour J, mais aussi l'ensemble du volet sportif, ont été une très grande fierté.

Je me souviens de l'état de fatigue de toute l'équipe organisatrice dans les bouchons du dimanche soir,

lorsque nous ramenions du matériel que nous avons emprunté à l'armée ; fatigue intense, mais sentiment d'achèvement nous rendant tous euphoriques.

### **As-tu des conseils à donner aux élèves actuels ?**

NC. : Surtout, n'hésitez pas à rejoindre une entreprise du secteur, même si vous n'avez pas le label « spécialisation nucléaire », si vous avez l'appétence pour les grands projets complexes et structurants pour l'économie d'un pays.

La filière saura, dans les années à venir, faire usage de toutes les ressources compétentes et motivées – et je n'ai pas de doute qu'un ingénieur ENSTA Paris sortant d'école coche ces deux cases – qu'elle pourra attirer.

## **Julien BOZZOLO (ENSTA Paris 2008)**



### **En quoi consiste ton métier ?**

JB. : Mon métier consiste à assurer la maîtrise d'ouvrage pour le compte d'Orano Chimie Enrichissement des projets du site de conversion de Malvesi (11). Il s'agit de s'assurer que les projets que je supervise répondent aux besoins, aux exigences et standards du groupe, de la *Business Unit* et du site.

### **Quel a été ton cursus académique, et en particulier ta spécialisation à ENSTA Paris ?**

JB. : Je suis rentré à ENSTA Paris en 2004. J'ai suivi une spécialisation en mécanique des solides et des fluides pour ensuite me spécialiser dans les métiers de la construction et du génie civil, en partenariat avec l'école des Ponts.

### **Quelles ont été les grandes étapes de ton parcours depuis ta sortie de ENSTA Paris ?**

JB. : J'ai commencé ma carrière sur des projets en lien avec l'industrie, tout d'abord au sein de VSL Hong-Kong puis de Vinci Construction France, où j'ai assuré diverses fonctions au sein d'ingénieries internes, au service des chantiers de gros œuvre d'ouvrages hydrauliques et industriels (stations d'épuration, barrages, réservoirs). En 2015, j'ai souhaité ensuite aborder ces grands projets dans leur globalité, et c'est pour cela que j'ai saisi l'opportunité de rejoindre l'ANDRA, une agence publique qui assure entre autres, la maîtrise d'ouvrage des sites futurs et existants de gestion des déchets nucléaires français. J'ai travaillé essentiellement sur le projet CIGEO. En 2022, j'ai rejoint le groupe Orano, toujours pour assurer cette fonction de maîtrise d'ouvrage, mais cette fois sur des projets en lien avec la rénovation d'un atelier de ce site stratégique pour la filière.

### **Peux-tu nous donner l'exemple d'une action, d'un projet significatif que tu as mené dans le domaine du nucléaire ?**

JB. : J'ai eu la chance de suivre toute la phase d'études d'avant-projet détaillé de CIGEO, le projet de stockage en couche géologique profonde des déchets nucléaires

les plus radioactifs. Cette phase a permis de franchir deux jalons importants du projet : la déclaration d'utilité publique (DUP) et le dépôt du dossier de demande d'autorisation de construction (DAC) auprès de l'ASN (Autorité de Sûreté Nucléaire). Mon rôle au sein de l'équipe de chargés d'affaires était de m'assurer que les maîtrises d'œuvre produisaient des éléments techniques cohérents et au bon niveau pour nourrir les différents dossiers de DUP et de DAC.

### **De ton point de vue, quel rôle a / doit avoir l'ingénieur ENSTA dans ce domaine, notamment dans le cadre du plan France 2030 sur le nucléaire de demain et plus largement celui de l'objectif de neutralité carbone en 2050 ?**

JB. : L'ingénieur ENSTA Paris doit mettre sa culture scientifique, son excellence technique et son ouverture d'esprit au service des enjeux climatiques. Le secteur du nucléaire, parce qu'il permet de produire une énergie très bas-carbone, prendra sa part, et elle ne sera pas négligeable. Suite au discours de Belfort du président Macron en 2022, de nombreux programmes vont voir le jour, aussi bien pour construire de nouveaux réacteurs mais aussi pour pérenniser et préparer l'avenir du cycle du combustible. Ces sujets sont au cœur de la réindustrialisation et de la préservation de la souveraineté de notre pays. En 2007 puis en 2008 quand j'ai obtenu mon diplôme, une grande partie de la promotion a rejoint le groupe qui s'appelait encore AREVA dans une période où la filière était en plein développement. 16 ans plus tard, la filière a mûri, prenant encore mieux en compte les enjeux d'acceptabilité sociétale et son rôle au sein d'une future société bas-carbone ; nul doute qu'une grande partie des futurs ENSTA pourra de nouveau participer à l'aventure du renouveau du nucléaire, au sein de grands groupes mais aussi d'un environnement dynamique de startups. Les ENSTA peuvent exercer des fonctions nécessitant une grande expertise technique, des capacités de leadership et d'ouverture d'esprit pour faire dialoguer entre elles les nombreuses équipes qui travaillent sur le nucléaire de demain.

### **En quoi ENSTA Paris, par la formation qu'elle dispense aux futur(e)s ingénieur(e)s, aide-t-elle la France à atteindre ses objectifs en matière de renouveau du nucléaire ?**

JB. : ENSTA Paris permet à ses élèves d'avoir une forte culture scientifique tout en développant une ouverture d'esprit et une grande exigence. Dans les futurs projets du nucléaire, il est nécessaire de faire travailler ensemble et d'embarquer de grandes équipes multidisciplinaires et de nombreuses parties prenantes, pas seulement au sein de son organisation. L'ingénieur ENSTA a dans sa formation les atouts nécessaires pour écouter, comprendre et rentrer dans un dialogue exigeant avec un juriste, un haut-fonctionnaire, un expert en sûreté nucléaire ou un membre d'une association environnementale et permettre de les embarquer dans ces programmes complexes. La réussite de ces programmes est nécessaire à notre pays pour atteindre ses objectifs environnementaux et sociaux ; et c'est cette réussite qui nous rendra fière dans le futur d'avoir pu construire une nation moderne capable de vivre sans addiction aux énergies fossiles.

### **Gardes-tu un souvenir anecdotique de l'école ?**

JB. : Je garde de l'école beaucoup de souvenirs qui ont eu de l'influence sur mes choix de vie, notamment la grande vitalité des associations qui m'ont permis entre autres de découvrir ma passion de la mer. Je garde l'image d'une rentrée de nuit au port de Lorient sous les voiles d'un ancien voilier d'ENSTA Paris qui m'a donné le déclic, mais aussi la possibilité de suivre des cours d'une grande diversité et de très grande qualité.

### **As-tu des conseils à donner aux élèves actuels ?**

JB. : Le premier conseil que je donnerais est de prendre le temps de ses études pour essayer et se forger sa propre idée sur les différents domaines, les différentes organisations dans lesquelles vous souhaitez évoluer. Le deuxième n'est pas de se mettre une pression inutile sur le premier conseil car il est toujours possible de bifurquer et changer de domaine d'expertise. Enfin, même si notre école n'est pas connue du grand public, il ne faut pas s'en faire car ce qui est déterminant, ce sont les enseignements reçus, ce que nous en faisons dans notre vie personnelle et professionnelle et les expériences que nous en tirons.

## **Inès DAUD MALOUCHE (ENSTA Paris 2019)**



### **En quoi consiste ton métier ?**

IDM. : Je suis **ingénieure en sûreté nucléaire** chargée de réaliser des études sur les réacteurs d'EDF pour contribuer notamment à l'évaluation des modifications les réexamens périodiques de sûreté. Je contribue à une mission de service public que réalise **l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)**

à savoir appuyer techniquement l'autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) dans ses décisions avec des avis et des rapports d'expertises techniques.

Mon travail consiste d'abord à analyser les études de sûreté produites par EDF et, dans un premier temps, d'essayer de les reproduire avec le simulateur d'études de l'IRSN (SOFIA). Cette première étape permet de vérifier la cohérence des hypothèses de l'exploitant entre différentes disciplines (neutronique, thermo-hydraulique, procédures de conduite des réacteurs) et les principaux résultats. La deuxième étape consiste à faire des études de sensibilité en variant un certain nombre de paramètres de l'étude et à vérifier les conséquences sur les critères de sûreté afin d'écartier le risque d'effet falaise (une dégradation significative des critères de sûreté à cause d'une petite variation des paramètres de l'étude). Les conclusions de ces études permettent soit d'orienter l'instruction des dossiers d'EDF, soit de motiver des positions et des recommandations de l'IRSN.

### **Quel a été ton cursus académique, et en particulier ta spécialisation à ENSTA Paris ?**

IDM. : En deuxième année à ENSTA Paris, j'ai opté pour une spécialisation systèmes mécaniques et chimiques. En dernière année, j'ai choisi la filière énergie électronucléaire d'ENSTA Paris complétée par le master *Nuclear Engineering* de l'INSTN.

### **Quelles ont été les grandes étapes de ton parcours depuis ta sortie de ENSTA Paris ?**

IDM. : J'ai débuté ma carrière chez Rolls-Royce Civil Nuclear à Grenoble en travaillant sur des projets de conception et de rénovation de systèmes de contrôle-commande pour la France et pour l'export. J'ai par la suite été recrutée par EDF pour travailler sur la préparation du projet d'EPR de Hinkley Point C. Après ces expériences dans le privé, j'ai choisi de rejoindre l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire pour un poste d'ingénieur en sûreté chargé de suivre les essais de démarrage du réacteur EPR de Flamanville. J'ai, dans mon deuxième poste à l'institut, participé au développement de nouvelles configurations du simulateur d'études et de formation de l'IRSN notamment pour actualiser celles de l'EPR de Flamanville. J'ai par la suite naturellement évolué vers mon poste actuel d'ingénieure en sûreté nucléaire sur les études de sûreté déterministes.

### **Peux-tu nous donner l'exemple d'une action, d'un projet significatif que tu as mené dans le domaine du nucléaire ?**

IDM. : J'ai travaillé sur la rénovation des systèmes de contrôle-commande de sûreté dans le cadre de la troisième visite décennale pour les réacteurs 1300MWe au sein de Rolls-Royce Civil Nuclear. Ce projet faisant partie du « grand carénage » avait permis de renouveler des systèmes critiques pour la sûreté des centrales 1300 et de moderniser la salle de commande qui était devenue numérique. C'était une fierté d'avoir réussi à livrer les équipements Rolls-Royce dans les délais et le niveau de qualité attendu car ça représentait à la fois des enjeux de sûreté et de production pour EDF.

Je suis aussi satisfaite de la dernière étude que j'ai menée à l'IRSN concernant la mise en œuvre de la conduite Noyau Dur Post-Fukushima sur les réacteurs 1300 MWe. Elle a permis de consolider les hypothèses de différentes études de sûreté relevant de plusieurs disciplines (neutronique, thermo-hydraulique, conduite accidentelle et incidentelle) pour élucider plusieurs questions de sûreté posées lors de l'instruction préliminaire de la mise en œuvre des équipements Post-Fukushima dans le cadre de la quatrième visite décennale.

### **De ton point de vue, quel rôle a / doit avoir l'ingénieur ENSTA dans ce domaine, notamment dans le cadre du plan France 2030 sur le nucléaire de demain et plus largement celui de l'objectif de neutralité carbone en 2050 ?**

IDM. : Les ingénieurs d'ENSTA Paris peuvent contribuer aux plans France 2030 à l'objectif de 2050 par différents moyens. Ils peuvent être impliqués sur des projets de décarbonation chez les industriels. Ils peuvent aussi travailler sur des problématiques au sein des services de l'État (établissements publics, ministère de l'Écologie

ou ministère de l'Économie...) où leurs compétences généralistes sont très bien accueillies.

### **En quoi ENSTA Paris, par la formation qu'elle dispense aux futur(e)s ingénieur(e)s, aide-t-elle la France à atteindre ses objectifs en matière de renouveau du nucléaire ?**

IDM. : ENSTA Paris offre une formation généraliste avec de bonnes bases techniques et une exigence de rigueur et de persévérance qui sont des atouts pour tous les secteurs. Cette formation nous prépare à résoudre des problèmes complexes et à relever des défis. On y apprend aussi à être curieux, ouverts aux changements et à développer notre esprit critique. C'est important dans un secteur qui a de nombreux défis et qui vit de grandes mutations comme le nucléaire. La compétence la plus importante à laquelle nous forme ENSTA Paris, à mon avis, est la capacité d'apprendre tout le long d'une carrière quel que soit le métier vers lequel on s'oriente.

### **Gardes-tu un souvenir anecdotique de l'école ?**

IDM. : Ah ! Beaucoup ! J'y ai étudié à l'époque où elle était au boulevard Victor dans le 15<sup>ème</sup> arrondissement de Paris. La directrice d'ENSTA Paris venait à l'époque en tenue militaire – je me demande d'ailleurs si c'est encore le cas ? On déjeunait à la cantine de l'armée de l'Air. C'était prestigieux et intimidant en même temps, surtout lorsqu'on est une jeune étudiante étrangère qui vient de réussir le concours Mines-Ponts après ses deux années de classes préparatoires au nord de Tunis.

J'étais très attirée par la filière nucléaire dès ma première année mais je ne savais pas si je pouvais y travailler compte-tenu de ma nationalité d'origine. J'avais sollicité un entretien avec le responsable de la filière dès le premier trimestre pour savoir si ce choix de spécialisation était pertinent dans mon cas et il m'avait rassuré et encouragé.

Aujourd'hui d'autant plus, le monde du nucléaire accueille positivement les profils issus de la diversité. Rien n'empêche un étudiant étranger de trouver un emploi dans les entreprises prestigieuses du nucléaire puis d'évoluer vers des missions de service public et même d'aspirer à des postes régaliens relevant du contrôle de la sûreté nucléaire en devenant un citoyen français.

### **As-tu des conseils à donner aux élèves actuels ?**

IDM. : Restez informés sur l'actualité de la filière nucléaire aussi bien concernant l'industrie pour ce qui est des politiques publiques et de la réglementation. Cela permettra de prendre de la hauteur de vue et de faire de bons choix dans un contexte en évolution.

Choisissez bien vos stages et votre premier emploi en optant pour des environnements qui investissent sur la formation des jeunes salariés. À titre d'exemple, l'IRSN offre d'excellentes opportunités de stages dans un environnement technique de très haut niveau et très formateur. L'institut forme ses recrues tout le long de leur carrière grâce à son université interne et paye volontiers à ses salariés des formations techniques chez les industriels auxquels ont difficilement accès les salariés des entreprises du privé. Pour ceux qui souhaitent commencer leur carrière du côté des industriels et des exploitants, un premier poste sur un site nucléaire ou dans une usine serait un excellent

tremplin de carrière car il vous permettra de connaître la réalité industrielle et vous donnera accès aux programmes de formation les plus complets. Par exemple, si vous avez envie de travailler sur les réacteurs de production d'électricité, passez votre permis de conduire avant d'arriver en dernière année et ayez le courage de candidater en début de carrière à un poste d'ingénieur sûreté, de chef d'exploitation ou de pilote de réacteur sur un CNPE d'EDF. Les années du premier poste passent très vite et vos compétences seront un excellent atout pour le nouveau nucléaire par la suite.

Restez curieux et ouverts d'esprit tout le long de votre carrière ; c'est une filière où l'on peut apprendre toute la vie. N'hésitez pas à changer d'employeur et/ou à diversifier vos expériences au sein d'une même entreprise. Les transitions public/privé sont aussi possibles et intéressantes. Elles représentent une opportunité à la fois pour le service public et pour le monde industriel car elles permettent à ces milieux de mieux dialoguer et mieux se comprendre pour le meilleur de la filière.

Si vous êtes intéressés par les missions de service public, sachez que la fusion entre l'IRSN et l'ASN pour former l'ASNR (Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection) à partir de 2025 vous permettra des parcours plus diversifiés au sein de ce nouvel organisme. Vous pourrez y travailler sur des sujets très techniques tels que des études ou de la R&D, sur des problématiques opérationnelles d'exploitation ou de démantèlement et vous pourrez dans l'avenir aussi avoir accès à des missions régaliennes comme l'inspection ou l'élaboration de la réglementation nucléaire.

Enfin, mon dernier conseil est de développer votre réseau professionnel et de ne pas hésiter à demander des conseils et des informations à vos camarades d'ENSTA Paris des promotions antérieures ou de la même promotion chez d'autres employeurs. Vous saurez ainsi bien orienter votre carrière en fonction de vos souhaits à chaque étape de votre vie professionnelle.

### **Nicolas CLICHE (ENSTA Paris 2016)**



#### **En quoi consiste ton métier ?**

NC. : Je suis **ingénieur militaire au sein des programmes navals de la Direction Générale de l'Armement (DGA)**. Plus précisément, je suis architecte de la plateforme des sous-marins nucléaires de type Barracuda. La DGA assure la maîtrise d'ouvrage, c'est-à-dire qu'elle achète à un

industriel la conception et la fabrication de ces sous-marins et elle supervise le contrat. Mon métier consiste à suivre techniquement l'avancée du chantier, la mise en route des installations, et de suivre les essais, que ce soit à quai ou ensuite en mer. Mettre en route un sous-marin nucléaire est très riche techniquement. Cela

comprend le démarrage du réacteur et des machines à vapeur, la première plongée, les essais nautiques... et cela s'accompagne aussi d'instructions de dossiers, d'aléas techniques et de modifications pour une amélioration continue au cours de la vie du projet.

### **Quel a été ton cursus académique, et en particulier ta spécialisation à ENSTA Paris ?**

NC. : Je suis de la promotion ENSTA Paris 2016. Je suis entré à l'école grâce au corps de l'armement après une scolarité à l'École polytechnique dominée par la mécanique du solide, le nucléaire et les mathématiques appliquées. J'ai suivi à ENSTA Paris un cursus aménagé entre l'option transport terrestre et le master *Multiphysics and Multiscale Modeling of Materials and Structures* de l'université Paris-Saclay. J'ai donc surtout suivi des cours de matériaux et de mécanique. J'ai vraiment aimé l'aspect concret et industriel des cours de troisième année d'ENSTA Paris, qui complétaient efficacement les cours très académiques que j'avais suivis à l'X. J'ai fait mon stage de fin d'études à l'Université du Texas à Austin dans un laboratoire de mécanique. Bien que mon passage sur le campus ENSTA Paris ait été bref, j'en garde un bon souvenir et des amitiés sincères.

### **Quelles ont été les grandes étapes de ton parcours depuis ta sortie de ENSTA Paris ?**

NC. : Après mon stage, j'ai commencé une thèse de doctorat à la direction des applications militaires du CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique) et au centre des matériaux de l'École des Mines. En partenariat avec Aubert & Duval et Naval Group, j'ai contribué à améliorer les processus industriels de fabrication des pièces forgées en acier inoxydable pour le nucléaire. J'ai eu la chance de recevoir deux prix pour ma thèse de doctorat : le prix Amiral Daveluy de la Marine nationale et le prix de thèse de l'Académie de Marine. J'ai ensuite travaillé quatre ans au service de propulsion nucléaire, d'abord comme expert en mécanique et matériaux pour la fabrication des composants principaux des réacteurs de propulsion (cuve, générateur de vapeur, pressuriseur...) puis en tant qu'architecte du réacteur des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins de troisième génération. Cela m'a permis d'avoir une vision d'ensemble de la conception et de la fabrication d'un réacteur. J'ai découvert des domaines très variés comme les instructions de sûreté, la R&D du CEA, le travail avec TechnicAtome, Naval Group et leurs sous-traitants...

### **Peux-tu nous donner l'exemple d'une action, d'un projet significatif que tu as mené dans le domaine du nucléaire ?**

NC. : J'ai eu l'opportunité de définir le contenu technique d'une nouvelle convention de recherche et développement pluriannuelle entre Framatome, le CEA et Naval Group dans le domaine de la métallurgie. Ces travaux permettent de mieux comprendre les propriétés des matériaux de structure et de simuler leur mise en forme et leurs propriétés, depuis le lingot jusqu'à la pièce forgée.

### **De ton point de vue, quel rôle a / doit avoir l'ingénieur ENSTA dans ce domaine, notamment dans le cadre du plan France 2030 sur le nucléaire de demain et plus largement celui de l'objectif de neutralité carbone en 2050 ?**

NC. : J'encourage les ingénieurs ENSTA Paris à faire du terrain en début de carrière pour apprendre comment fonctionne l'industrie, les bureaux d'étude, les usines pour ensuite être pertinents dans les postes de direction de l'industrie nucléaire ou dans la haute administration. Il faut être au meilleur niveau technique pour pouvoir innover et savoir prendre du recul – surtout dans le domaine du nucléaire où les changements sont difficiles. Cela sera une condition de la réussite de la relance massive du nucléaire. Cela passera également par un travail d'acceptation politique et sociétal, dans lequel les élèves ENSTA Paris peuvent aussi s'investir.

### **En quoi ENSTA Paris, par la formation qu'elle dispense aux futur(e)s ingénieur(e)s, aide-t-elle la France à atteindre ses objectifs en matière de renouveau du nucléaire ?**

NC. : Lors de mon passage à l'école, l'option nucléaire n'attirait plus et je crois qu'elle avait même fini par disparaître. Je me réjouis qu'ENSTA Paris relance une formation nucléaire, que ce soit pour la production d'énergie civile ou pour les applications militaires. ENSTA Paris doit se positionner comme la formation incontournable du nucléaire en France, avec un *scope* plus large que celle du génie atomique de l'INSTN mais avec un fond technique plus précis que celle de l'École des Mines.

### **Gardes-tu un souvenir anecdotique de l'école ?**

NC. : En plus des cours d'ingénierie, les élèves admis en troisième année comme moi devions faire un projet d'entrepreneuriat – même pour les ingénieurs militaires ! Avec trois autres camarades, nous avons développé l'idée d'une startup de détection de drones. Nous avons emprunté du matériel aux laboratoires d'ENSTA Paris : un drone, une caméra thermique, des micros... et avons essayé de détecter le drone volant au-dessus des terrains de sport de diverses manières... Cela n'avait pas été très concluant mais nous avons appris à bien « *pitcher* » nos idées !

### **As-tu des conseils à donner aux élèves actuels ?**

NC. : Profitez de votre scolarité pour approfondir les sujets techniques car ce sera ensuite plus difficile de trouver le temps de découvrir des domaines scientifiques nouveaux. Organisez des visites de sites nucléaires entre élèves. Profitez de la diversité des activités proposées et nouez des contacts car vous n'aurez plus aussi facilement accès à autant de conférences, de personnes de haut niveau et d'associations variées. Renseignez-vous sur le concours des ingénieurs de l'armement : vous y avez toutes vos chances !



**En quoi consiste ton métier ?**

JN. : Je suis une ingénieure nucléaire spécialisée dans la conception de centrales nucléaires et une ambassadrice de longue date pour l'énergie nucléaire que ce soit auprès des jeunes ou du grand public. La fusion de ces deux caractéristiques m'a mené à ma profession actuelle :

**responsable de la science et relations externes** (*Science and Outreach Manager*) à la **Société Européenne d'Énergie Nucléaire** (*European Nuclear Society, ENS*), une ONG basée à Bruxelles, qui offre des possibilités de développement professionnel aux membres du secteur nucléaire dans 22 pays d'Europe et parfois à l'extérieur du continent. Mon travail consiste à diriger les activités scientifiques de la société (ENS), à coopérer avec nos nombreux partenaires pour créer des projets au profit de la communauté nucléaire européenne et à démontrer le potentiel de l'énergie nucléaire pour atténuer le changement climatique.

**Quel a été ton cursus académique, et en particulier ta spécialisation à ENSTA Paris ?**

JN. : J'ai suivi un master européen en énergie nucléaire (*European Master's in Nuclear Energy*) – double diplôme en anglais réalisé à l'UPC à Barcelone et l'université Paris-Saclay, en parallèle avec les cours proposés par l'INSTN (Institut National des Sciences et Techniques du Nucléaire) et ENSTA Paris. Je me suis spécialisée dans la conception de centrales nucléaires, découvrant des sujets classiques de l'ingénierie nucléaire, comme la physique nucléaire et la thermo-hydraulique, mais aussi des éléments de génie civil, de science des matériaux et de gestion d'installations nucléaires. Le personnel enseignant était composé de scientifiques, ainsi que d'ingénieurs travaillant sur des projets pour l'industrie nucléaire.

**Quelles ont été les grandes étapes de ton parcours depuis ta sortie de ENSTA Paris ?**

JN. : Après avoir obtenu mon diplôme, j'ai accepté un rôle d'ingénieure d'études chez Oakridge, et j'ai effectué une mission chez Edvance. En tant qu'ingénieure système dans l'îlot nucléaire, j'ai contribué à la conception de la centrale nucléaire de Hinkley Point C en Angleterre. Cette expérience m'a permis de me rendre compte de la complexité et de l'ampleur d'un projet de centrale nucléaire qui, une fois achevée, fonctionnera pendant au moins 60 ans et fournira une grande quantité d'électricité à la population.

En dehors de mon engagement professionnel, je me suis impliquée dans plusieurs organisations et ONG, ce qui m'a aidé à développer mes connaissances générales sur l'énergie nucléaire et la politique associée, ainsi que mes compétences non techniques et mon

sens du leadership. J'ai notamment été présidente de la communauté de Jeune Génération Européenne (ENS-YGN), animatrice d'un podcast *Titans of Nuclear...*

En ce moment, je travaille à la Société Nucléaire Européenne, qui réunit mes deux passions : l'énergie nucléaire et les projets sociaux. Je dirige divers groupes de travail de l'ENS, je participe à la préparation de documents de synthèse scientifique et d'articles, je m'occupe des partenariats de l'ENS, au service de nos membres - 12 000 professionnels du secteur nucléaire.

**Peux-tu nous donner l'exemple d'une action, d'un projet significatif que tu as mené dans le domaine du nucléaire ?**

JN. : Dans le cadre de ma mission chez Edvance, j'ai travaillé en équipe en tant qu'ingénieure système d'un grand circuit auxiliaire d'îlot nucléaire, ainsi qu'en tant qu'ingénieure autonome d'un autre système plus petit. J'ai dirigé plusieurs modifications de conception, coopéré avec des experts pour trouver les solutions les plus optimales pour le développement de l'installation, préparé les éléments du dossier de système élémentaire tout en me concentrant sur le fait d'obtenir une maturité du projet suffisante dans un coût raisonnable.

En parallèle, j'ai servi de relais pour la culture de sûreté et de coordinateur des écarts d'ingénierie, ce qui a aidé nos équipes d'ingénieurs à viser l'excellence.

**De ton point de vue, quel rôle a / doit avoir l'ingénieur ENSTA dans ce domaine, notamment dans le cadre du plan France 2030 sur le nucléaire de demain et plus largement celui de l'objectif de neutralité carbone en 2050 ?**

JN. : Le secteur nucléaire est confronté à des défis liés à une forte croissance et à l'élan industriel relancé récemment générant la création de grands projets. En plus de ces nouveaux projets, il est nécessaire d'assurer le remplacement des employés qui exécutent les activités du secteur. Les diplômés du programme, que j'ai suivi, apportent une vue diversifiée et synthétique de l'ensemble du domaine nucléaire. Avec de telles compétences, il est possible de travailler dans de multiples parties du secteur pour soutenir la production de grandes quantités d'électricité bas-carbone pour la France et l'Europe – si indispensable au bien-être de la société tout en limitant le réchauffement climatique et en restant respectueux de l'environnement. Certains, comme moi, décident également de se rapprocher des professions institutionnelles, en se concentrant sur la création de nouvelles opportunités pour les employés actuels et futurs du secteur, en soutenant les gouvernements, l'UE et d'autres institutions internationales dans la proposition de solutions pertinentes pour les professionnels du nucléaire et en contribuant activement à l'éducation du public. Ces actions contribuent à la formation d'une main-d'œuvre qualifiée et motivée, ainsi qu'au soutien public indispensable au développement continu du secteur.

**En quoi ENSTA Paris, par la formation qu'elle dispense aux futur(e)s ingénieur(e)s, aide-t-elle la France à atteindre ses objectifs en matière de renouveau du nucléaire ?**

JN. : Les employés hautement qualifiés sont, en plus du

soutien public et politique, l'un des éléments clés de la réalisation de l'expansion du secteur nucléaire. Cette expansion signifie construire de nouvelles centrales mais aussi faire progresser le secteur en optimisant son fonctionnement, ce qui nécessite de la R&D, de l'innovation et le déploiement réussi de solutions améliorant la sécurité énergétique et la souveraineté, le cycle du combustible et la gestion des déchets, ainsi que la sûreté. Les défis d'ingénierie associés peuvent être une source d'inspiration pour les esprits talentueux et compétents, et c'est très bien ainsi, car c'est exactement ce dont nous avons besoin ! Chaque école, y compris ENSTA Paris, a un rôle à jouer en attirant et en offrant des opportunités pour la formation des meilleurs talents pour contribuer à la relance pour ce qui est des projets industriels et de recherche et développement.

### **Gardes-tu un souvenir anecdotique de l'école ?**

JN. : L'une des activités les plus inspirantes que j'ai vécu pendant mes études à ENSTA Paris a été un voyage à Framatome en Bourgogne : voir de près l'échelle impressionnante des différents composants d'une installation nucléaire, des ateliers très avancés et, surtout, des experts passionnés partageant avec nous des détails de leur travail. Ceci a été un facteur important de motivation et d'inspiration dans ma formation à ENSTA Paris.

### **As-tu des conseils à donner aux élèves actuels ?**

JN. : J'aimerais encourager tous les étudiants à être proactifs et à profiter du réseau d'élèves pendant cette période de formation. Posez toutes les questions qui vous intéressent, ne manquez pas les événements, les opportunités (comme ceux organisés par la SFEN JG) et développez des relations avec vos collègues, vos enseignants et des professionnels expérimentés qui vous seront utiles pendant votre vie professionnelle, y compris dans les domaines qui vous semblent moins importants / intéressants aujourd'hui. Construire un réseau, une base multidisciplinaire et trouver des mentors qui peuvent vous conseiller sont les catalyseurs d'une carrière épanouissante.

## **5. Conclusion**



**Par Sylvestre PIVET  
(ENSTA Paris 1991),  
Directeur du contrôle de  
gestion à la direction des  
applications militaires du  
CEA**

Au terme de ce numéro consacré au nucléaire, je souhaite remercier les anciens élèves qui ont donné leur témoignage. J'y ai trouvé un double intérêt. D'abord en raison du large spectre de ces témoignages.

L'étendue des domaines d'activité que les termes « secteur nucléaire » recouvrent s'y révèle. Les capacités des ingénieurs d'ENSTA Paris à apporter les compétences adéquates dans des multiples situations s'y reflètent, jusqu'à de hautes responsabilités. Quelle variété de métiers, de fonctions, de champs techniques maîtrisés ! C'est sans doute commun à de nombreux secteurs industriels. Mon expérience me fait penser que le nucléaire est un secteur dont l'étendue des métiers est singulièrement vaste.

C'est justement par l'écho de ces témoignages dans mon expérience personnelle que j'y ai trouvé un second intérêt. Je fais de ces échos dans mon propre parcours le fil rouge de cette conclusion, un parcours à part égale dans le nucléaire de défense, surtout en propulsion navale, et dans le nucléaire civil, en R&D.

Premier écho, la formation initiale. Il faut saluer l'initiative de la direction d'ENSTA Paris de rénover le parcours nucléaire, présenté par Thomas Loiseleux en ouverture du numéro. Lorsque je me suis spécialisé en génie nucléaire pour la propulsion navale, un tel parcours n'existait pas à ENSTA Paris. Ma dernière année à l'école a été découpée sur mesure en modules nucléaires à l'INSTN à Saclay, modules d'architecture navale à ENSTA Paris et pour finir modules de propulsion nucléaire à l'École des applications militaires de l'énergie atomique à Cherbourg. Les élèves ont désormais la possibilité d'acquérir de solides bases nucléaires au sein de l'école, en s'intéressant aux réacteurs mais aussi au cycle du combustible et au démantèlement. Souhaitons qu'ils soient nombreux à en profiter.

Deuxième écho, la propulsion nucléaire navale, avec le monde des sous-marins et TechnicAtome. Au long de mes années dans ce domaine, j'ai travaillé avec les sous-marinières et j'ai eu TechnicAtome pour conseil, quand j'étais chargé de la maintenance des chaufferies nucléaires des sous-marins à l'Île-Longue chez ce qui est aujourd'hui devenu Naval Group, puis pour principal industriel fournisseur quand j'étais chef de projet de la conception de la chaufferie des sous-marins type « Suffren », ensuite chef de projet du réacteur d'essais de la propulsion navale au CEA. Cette relation avec TechnicAtome s'est maintenue dans le volet civil de mon parcours, avec le réacteur « Jules-Horowitz ». Et c'est encore le cas aujourd'hui, dans mes fonctions de responsable des finances et des achats au CEA/DAM. Merci à Hugues Martin et à Nicolas Cliche pour leurs témoignages.

Troisième écho, EDF, Framatome et Orano, partenaires du CEA pour les activités de R&D nucléaire civile du CEA, que j'ai dirigées dans le volet civil de mon parcours. Que de discussions techniques, de réunions sur les grandes orientations de la R&D, de négociations sur la propriété intellectuelle, d'échanges parfois francs et directs, comme on dit pour les discussions un peu rugueuses, mais toujours guidées par les mêmes objectifs de production de résultats de R&D utilisables dans les applications industrielles pour le parc en service, pour le nouveau nucléaire, pour le combustible ou pour le retraitement. Et ces piliers du nucléaire

français sont encore parmi nos interlocuteurs de premier plan au CEA/DAM. Merci à Bernard Fontana, Julien Le Goff, Charlotte Maes, Nicolas Courtade, Julien Bozzolo pour leurs interviews, sans oublier Luc Rémont pour son introduction.

Quatrième écho, les acteurs des réacteurs avancés. J'ai eu le plaisir de travailler avec Henri Paillère dans le cadre du Forum international Génération IV, où se tenait les discussions multilatérales pour fédérer les efforts de recherche des grands pays sur ces filières de réacteur. Dans le programme d'étude d'un réacteur rapide refroidi au sodium, qui faisait partie de la R&D nucléaire civile du CEA, Framatome et EDF étaient les principaux partenaires du CEA et Jacobs, dont l'activité nucléaire a été rachetée par Amentum, était présent dans ce projet, un projet ambitieux venu trop tôt sans doute ou sous la forme d'un réacteur de trop grande taille, et qu'il a fallu réorienter en fin d'avant-projet détaillé. Merci à Henri Paillère et à Philippe Wolf pour leurs interventions dans ce numéro. Le foisonnement des startups du nucléaire n'est pas présent dans ce numéro. On y rencontrera certainement des anciens d'ENSTA Paris, pour celles qui parviendront à franchir le cap du passage du projet de réacteur papier au projet de réacteur réel, en particulier en surmontant l'écueil des matériaux dont les propriétés dans les conditions d'utilisation sont les limites auxquelles les projets se heurtent.

Cinquième écho, l'IRSN, à la fois pour l'instruction technique de tant de dossiers de sûreté et pour la rénovation et désormais de l'utilisation fructueuse du réacteur expérimental Cabri, que le CEA opère pour le compte de l'IRSN. Merci à Inès Daoud Malouche pour ses propos.

Enfin, en échos plus discrets, Emerson, que j'ai pu solliciter pour une analyse technique et économique en vue de l'exploitation du réacteur Jules-Horowitz, et ENG, dont j'ai eu l'occasion de voir le travail lors des réunions du conseil d'administration de l'organe de lobbying européen Foratom, devenu Nucleareurope, qui fait un travail efficace et indispensable à Bruxelles, dans un environnement en grande partie hostile où bien des choses se jouent sur la notion d'énergie décarbonée. Merci à Gaëlle Balibotte et à Jadwiga Najder pour leur éclairage.

Au-delà de ces parcours variés, parcours qui ont mené les uns à des fonctions éminentes ou parcours de ceux qui sont encore à l'aube de leur carrière, ce numéro illustre les enjeux du secteur nucléaire pour notre pays et pour l'Europe. Enjeu de fourniture d'une énergie décarbonée maîtrisée dans tous ses aspects, notamment sa sûreté à un niveau élevé et proportionné. Enjeu de maîtrise industrielle pour la réussite économique et calendaire des projets et de la maintenance, ce qui représente aussi un enjeu de compétitivité pour les entreprises françaises. Enjeu de souveraineté nationale, à la fois dans les finalités civiles et dans les utilisations du nucléaire pour la défense. Enjeu d'insertion dans le mix énergétique en Europe, où plusieurs grands pays ont tourné le dos à cette énergie décarbonée pilotable, sûre et compétitive. Enjeu de formation et d'attractivité pour que le secteur dispose des compétences dont il aura besoin en grand nombre dans les années qui viennent. Oui, il entre bien dans la vocation d'ENSTA Paris de continuer de former des ingénieurs compétents spécialisés dans le nucléaire, pour les besoins des applications civiles et pour ceux des applications militaires.

**ENSTA Alumni remercie tous les diplômés qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce dossier.**

## A propos d'ENSTA Alumni



L'Amicale du Génie Maritime et des Ingénieurs ENSTA – ENSTA Alumni – est l'association des anciens élèves diplômés d'ENSTA Paris et de ses écoles fondatrices, reconnue d'utilité publique.

**RÉSEAU, SOLIDARITÉ, PROMOTION**, sa vocation, définie dans ses statuts, est de développer les liens entre les membres de la communauté ENSTA Paris. Elle apporte son soutien à ses membres durant toutes les étapes de leur carrière professionnelle. Elle valorise leur parcours. Et elle promeut les sciences et techniques enseignées à ENSTA Paris. L'ENSTA Alumni propose des services à tous les élèves et diplômés d'ENSTA Paris et de ses écoles fondatrices, dont certains sont réservés à ses seuls adhérents.

**Rejoindre l'ENSTA Alumni, c'est partager ces valeurs et témoigner de son attachement à la communauté.**

Plus d'informations : [www.ensta.org](http://www.ensta.org)

Contact : [secretariat@ensta.org](mailto:secretariat@ensta.org)

*Ce dossier est la propriété d'ENSTA Alumni. Il ne peut être communiqué à des tiers et/ou reproduit sans autorisation préalable écrite.*