



Minerai #13

NOVEMBRE 2022 - LE NUCLÉAIRE : ENJEUX ET PERSPECTIVES



Le nucléaire : enjeux et perspectives

LA SURETÉ

Page 16

DIFFÉRENTES
TECHNOLOGIES

Page 42

L'EMPLOI
DANS LE NUCLÉAIRE

Page 65

Sommaire

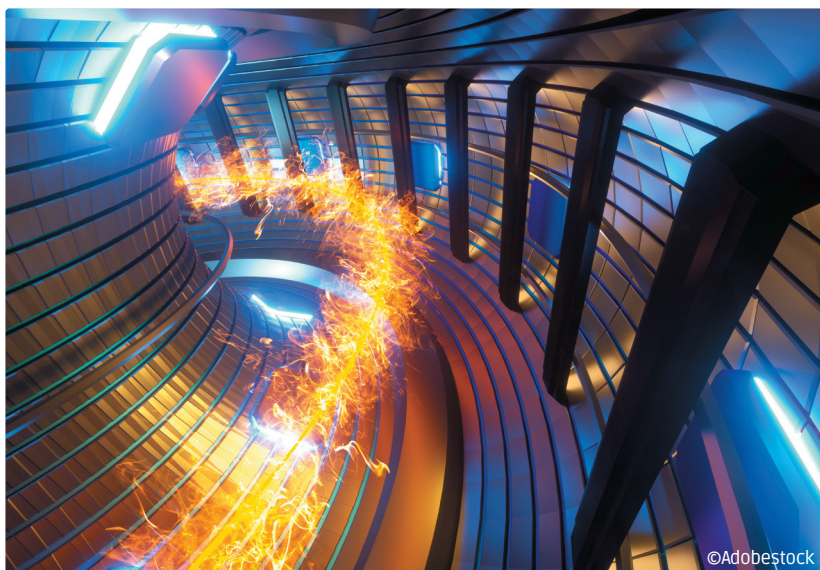
Minerai n° 13

Le nucléaire : enjeux et perspectives

Actualité IMT

06 Actualité des Associations

08 Actualité des Écoles



©Adobestock



©freepik

La sûreté

- 16** La confiance dans le nucléaire
- 19** Gestion d'une crise nucléaire
- 26** Quand nucléaire rime avec sécurité
- 32** Les EPS
Comment quantifier le risque de fusion du cœur d'un réacteur
- 34** Sécurité nucléaire
Focus sur les transports
- 36** WANO



Mines+ (IMT Nord Europe Alumni, Mines Alès Alumni, Mines Albi Alumni) - Rédaction Mathieu CHARBONNIER (IMT Nord Europe, 2010) · **Maquette, illustration & mise en page** Option Création . 0 954 600 600 . contact@optioncreation.fr · **PUBLICITÉ** SEFE (Société d'Édition de Formation Européenne) . 1 Voie Félix Eboué 94000 Créteil . 01 80 91 48 13 . sefe@sefe.fr . www.sefe.fr · **IMPRESSION** PRINTCORP . 37 avenue des Châtelets . ZI des Châtelets 22440 PLOUFRAGAN . 02 96 60 97 00 · **ISSN** 2275-0568 · **PARUTION** 2400 exemplaires

Sauf mention contraire, les illustrations sont créditées à l'auteur de l'article.
Crédit photo couverture : © Shutterstock

Différentes technologies

- 42** Astrid un projet nucléaire part en fumée
- 44** Petits réacteurs : le monde des SMR en ébullition

Préparer le futur

- 51** Les enjeux du projet CIGEO
- 55** Industrie nucléaire entre transition énergétique et transition digitale
- 57** Le nucléaire au Royaume-Uni

L'emploi dans le nucléaire

- 65** Le nucléaire recrute avec quelques difficultés
- 66** Exploitant nucléaire, un métier à risque
- 69** Rôle de l'ASN et d'un inspecteur de la sûreté nucléaire
- 72** Être ingénieur projets chez Tractebel pour EDF
- 80** Etudiants IMT
La filière nucléaire les attire, ils nous expliquent pourquoi



Edito

Hasard de l'actualité : ce numéro, que nous avons prévu de longue date, sort alors que la crainte d'une catastrophe nucléaire est très élevée sur le front ukrainien. Nous nous limiterons toutefois ici à la production énergétique, à ses enjeux et à ses perspectives.

Nous rendons hommage dans ce magazine à une découverte française de la fin du XIX^e siècle sur les propriétés de rayonnement de la matière, mises en évidence par Henri Becquerel.

Le XX^e siècle fut celui des grandes découvertes et du développement des usages du nucléaire : civil (énergie et médical) et militaire. L'énergie nucléaire devint dans les années 1950 une histoire américaine ; c'est en effet dans l'état de l'Idaho que les premiers kilowattheures ont été produits vers le réseau électrique.

Si la France n'est pas le pays qui possède le plus grand nombre de réacteurs installés (56, depuis l'arrêt de Fessenheim contre 95 aux Etats-Unis et déjà 54 en Chine, pour total mondial d'environ 440), l'atome est de loin la plus grande source de production électrique dans notre pays (plus de 75 % de l'électricité produite).

Le nucléaire, énergie du XXI^e siècle ?

En évitant toute posture dogmatique, et sans négliger les dangers liés à la radioactivité, retenons la grande densité de production, le faible bilan carbone et l'exposition géopolitique réduite (comparativement à d'autres énergies), qui expliquent l'attrait exercé par l'énergie nucléaire.

L'enjeu de Sûreté des installations (complémentaire à la Sécurité, qui intègre elle d'autres risques : terrorisme, ...) ouvre la réflexion de nos diplômés dans ce magazine. Nous satisferons ensuite le besoin technique avec un détour non exhaustif sur les différentes technologies, avant d'ouvrir les perspectives, conclues par des étudiants attirés par cette industrie.

Encore une fois, notre réseau... rayonne !

Bonne lecture !

Mathieu CHARBONNIER

IMT Nord Europe, promo 2010



PARTENAIRE DÉCISIF ET NATUREL DES INDUSTRIELS D'AUJOURD'HUI ET DE DEMAIN

**FILIALE DU GROUPE ALTRAD, ENDEL EST LE LEADER FRANÇAIS
DE LA MAINTENANCE INDUSTRIELLE ET DES SERVICES À L'ÉNERGIE.**

ENDEL participe au rayonnement de l'industrie française en améliorant le fonctionnement des installations, en France comme à l'international.

**Les 5 000 collaborateurs d'ENDEL s'engagent depuis près de 200 ans
pour relever les défis industriels les plus complexes.**

De l'ingénierie, la conception, la maintenance, jusqu'au démantèlement et l'assainissement, nos équipes interviennent dans des environnements industriels et nucléaires qui exigent sécurité et rigueur opérationnelle.

Nos engagements ?

Vous faire évoluer en compétences, vous accompagner au quotidien, veiller à votre sécurité, et chaque jour, relever ensemble de nouveaux challenges.

**N'attendez plus,
POSTULEZ !**




ALTRAD ENDEL



altradendel



altradendel.com



**Rejoignez-nous,
et ensemble
inventons un avenir
à taille humaine**

#HumanPerspective

Actualité des associations

IMT NORD EUROPE

Lauréate

Toutes nos félicitations à **Louise BAEHR**, élève-ingénieure d'IMT Nord Europe et lauréate du trophée Ingénieuse 2022 de la Conférence des Directeurs des Ecoles Françaises d'Ingénieurs (CDEFI).



Louise s'est engagée dans plusieurs actions pour "briser les stéréotypes de genre" dans les écoles d'ingénieurs mais aussi pour "lutter contre les violences sexistes et sexuelles". Elle souhaite d'ailleurs s'investir davantage dans d'autres associations pour poursuivre son engagement.

L'opération "Ingénieuses" est une initiative de la CDEFI lancée en 2011. Son objectif : promouvoir l'égalité femmes-hommes à l'école et dans la sphère professionnelle, et favoriser l'orientation des jeunes filles vers les formations scientifiques et technologiques et les carrières d'ingénieur.

IMT NORD EUROPE

Jubilés



Le weekend du 15-16 octobre 2022 à Douai, la journée des Jubilés en 2 a regroupé 180 personnes dont 130 alumni des promotions 1962 à 2022.

Merci aux personnels de l'école et de l'association, aux élèves et aux bénévoles qui ont permis la réussite de cet événement.

Rendez-vous dans 10 ans... ou avant !

IMT MINES ALBI

Podcast Allo Réseau !

Depuis Mai 2021, Mines Albi Alumni et IMT Mines Albi ont lancé en collaboration un podcast mensuel. "Allo Réseau" amène chaque mois un Alumni et un membre du personnel de l'école ou bien un élève à échanger autour d'une



thématique qui concerne tous : Alumni, étudiants, personnel école.

En supplément du magazine Minerais, la série de podcast permet aux Alumni d'avoir accès à l'expérience d'autres alumni afin de partager leur connaissance d'un sujet et d'échanger autour de celui-ci à travers des questions/réponses.

Aussi, vous pouvez retrouver ces épisodes sur Spotify ou Youtube, à écouter en une ou plusieurs fois quand vous le voulez. Ainsi, il est possible de retrouver parmi les derniers épisodes des sujets comme : la fin du TFE, la Supply Chain, la Transition Énergétique, ...

IMT NORD EUROPE

Lydie EVRARD parmi la délégation de l'AEIA



Les inspecteurs de l'AIEA sont arrivés jeudi 1^{er} septembre 2022 dans la centrale nucléaire de Zaporijia pour une mission à haut risque : protéger la sûreté et la sécurité de la plus grande installation nucléaire d'Ukraine et d'Europe. IMT Nord Europe est très fière de compter Lydie EVRARD, alumni IMT Nord Europe (1995), parmi les experts de l'AIEA présents à Zaporijia.

Ingénieure générale du Corps de Mines, Lydie EVRARD est Directrice Générale Adjointe de l'AIEA depuis avril 2021.

IMT MINES ALÈS

Bourse Michard et Prix Mombellet-Vodentcharoff 2022

Au printemps 2022, grâce à la Bourse Michard (1922), 12 élèves ont pu bénéficier d'une aide à la mobilité pour un montant total de 5900€.

Félicitations à ASSELIN Adéla, BARNEBOUGLE Mattin, BAUMONT Elena, BURINI Laura, CHABBI Massiwa, DELLERIE Florine, ECHANDOURI Abdessamad, GRENIER Julien, LEMASSON Gabin, MARIACOURT Lucas, MILITELLO Loïck, et WARRENER Line, les heureux récipiendaires.

Le prix MOMBELLET-VODENTCHAROFF (1948), prix d'excellence d'un montant de 3 000 €, a été décerné à **Emma PRUVOST** pour son projet de double-diplôme à la SNU (Seoul National University) en Corée du Sud.



IMT MINES ALBI

Mentoring Alumni



Le programme de mentorat de Mines Albi Alumni a été créé avec IMT Mines Albi-Carmaux pour permettre à des étudiants volontaires de bénéficier des conseils et de l'expérience d'un diplômé.

En complément du rôle du référent (assuré par l'Ecole), le programme

de mentorat permet à certains élèves d'avoir accès à l'expérience de leurs aînés pour maturer leur projet professionnel et préparer leur insertion dans la vie active.

L'édition 2022-2023 de ce programme se prépare, voici les dates clés à retenir :

- Août/Septembre : recrutement des Mentors Alumni
- Septembre/Octobre : recrutement des élèves souhaitant être mentorés
- Novembre : vœux des élèves, matching des binômes et top départ du mentoring !

Que vous vouliez devenir Mentor ou Mentee, Mines Albi Alumni pourra répondre à votre besoin :

dylan.lopez@mine-albi.org

IMT MINES ALÈS

Soirée pré-forum des entreprises à Montpellier

Le 20 Octobre 2022 s'est tenu le forum des entreprises de l'IMT Mines Alès, en tant qu'association d'Alumni nous nous sommes associés à cet événement.

Nous avons organisé notamment une soirée le 19 octobre 2022 à Montpellier. Le but de cette soirée était de rassembler les élèves et les Alumni qui participaient au Forum afin de pouvoir échanger autour de thèmes de carrière professionnelle. C'était une excellente occasion de partager l'expérience de nos alumni auprès de jeunes élèves qui commencent leur carrière, mais aussi l'opportunité pour les élèves de prendre des conseils avisés auprès de personnes plus expérimentées.

IMT NORD EUROPE

Plus de 65 000 € collectés lors du Dîner de collecte de la Fondation Mines-Télécom



Le 13 octobre 2022, la Fondation Mines-Télécom organisait la 10^e édition de son grand dîner de collecte sur la Péniche Le Diamant Bleu à Paris en présence d'une centaine d'alumni et amis des 8 Écoles de l'IMT, dont 12 diplômés d'IMT Nord Europe.

Au cours de la soirée, sous l'impulsion d'Olivier Huart, président du comité de campagne, plus de 65 000 euros de dons et de promesses de dons ont été collectés.

Cette année, pour la première fois, les alumni et amis de l'IMT ont eu l'opportunité de flécher leur soutien vers 3 axes stratégiques pour les écoles : l'entrepreneuriat et l'innovation, la mobilité professorale internationale et l'attractivité des campus. Les dons pour les inscriptions au dîner sont destinés à soutenir les élèves grâce au financement de bourses.

Antoine FRÉROT, Président de Veolia, était l'invité d'honneur de cette manifestation. Il est intervenu sur la thématique de l'eau et des jeux olympiques de Paris 2024.

Depuis sa création, la Fondation Mines-Télécom développe des actions innovantes de collecte qui favorisent la rencontre entre bénéficiaires et mécènes. Avec une première édition de cette opération en 2012, la Fondation Mines-Télécom a été l'une des premières fondations dans le milieu de

l'enseignement supérieur à organiser ce type d'événement de collecte.



IMT MINES ALBI

IMT Mines Albi mobilisée pour concevoir le premier train ultra léger autonome

Développer une navette autonome, à l’empreinte carbone 20 fois moins élevée qu’une voiture électrique et utilisable sur les lignes rurales en déshérence et pour les liaisons entre villes moyennes, telle est la vocation du programme ECOTRAIN.

Les trois centres de formation et de recherche d’IMT Mines Albi lui apportent leurs expertises de l’internet physique pour la gestion des flux de passagers et de fret, et la fluidité de la multi-modalité (Centre Génie industriel), pour les matériaux composites (Institut Clément Ader-Albi), et pour la production et la distribution locale de l’énergie photovoltaïque (Centre RAPSODEE).

8M€ ont d’ores-et-déjà été accordés au programme ECOTRAIN, par l’ADEME, dans le cadre du plan France 2030 au titre de la digitalisation et

de la décarbonation des transports ferroviaires. Particulièrement abouti, le programme verra sa première ligne concrétisée en Occitanie, en 2025.



IMT MINES ALÈS

Cartel des mines 2022, et de 36 pour IMT Mines Alès !

Rendez-vous pour le prochain cartel à Alès en 2023....

IMT Mines Alès était au sommet du podium pour la 36^e fois (sur 47) au Cartel Saint-Étienne 2022 grâce aux sportifs en grenat qui se sont imposés dans la quasi-totalité des sports !

Après la défaite à Albi en 2019 marquant la fin d’une série de 9 victoires de rang au Cartel des Mines et la double annulation du tournoi en 2020 et 2021, la délégation alésienne composée de 250 sportives, sportifs et supporters, s’est préparée toute l’année afin de renouer avec la victoire à Saint-Étienne dans cette compétition sportive où s’affrontent plus de 1800 étudiants.

Les emayens se sont classés en troisième position pour les épreuves de football féminin, de natation et de trail.

Ils ont obtenu la deuxième place pour le rugby féminin, le tennis et le VTT.

Enfin, ils se sont positionnés en tête de classement pour le volley féminin, le football masculin, le handball féminin et masculin, le basket féminin et masculin, le rugby masculin, le tennis de table et l’athlétisme.

Cette victoire était très attendue pour ce Cartel auquel les élèves participaient tous pour la première fois (annulations covid obligent).

En 2023, le Cartel se jouera à domicile. Le comité organisateur a à cœur de montrer aux autres écoles des Mines (qui on l’espère seront plus nombreuses en 2023, avec le retour des écoles étrangères) qu’en plus d’être la meilleure délégation sportive, les élèves d’IMT Mines Alès sont capables d’organiser une édition du Cartel des Mines inoubliable ! »

Gabriel MINICONI,
Président de l’édition 2023

IMT MINES ALÈS

IMT Mines Alès gagne 3 places dans le classement de l'étudiant et figure dans la 1^{re} moitié du prestigieux « Groupe A »

Progressant de 3 places par rapport à l'édition précédente, IMT Mines Alès est classée 24^e dans le palmarès 2022 de L'Étudiant et maintient sa position dans la 1^{re} moitié du « groupe A » (top 15 % des meilleures écoles d'ingénieur). Le palmarès 2022 de L'Étudiant classe 172 écoles d'ingénieurs habilitées par la CTI (Commission des titres d'ingénieur).

Le palmarès compte de nombreux indicateurs regroupés dans 4 familles : excellence académique, ouverture internationale, proximité avec les entreprises, ouverture aux nouveaux publics.

« Les résultats obtenus par IMT Mines Alès et sa progression par rapport à l'an dernier sont toujours aussi réjouissants, déclare

Assia Tria, directrice d'IMT Mines Alès. C'est la preuve que l'École est performante sur les multiples critères retenus, à savoir la qualité académique de notre corps professoral, mais aussi l'internationalisation de l'école, sa proximité avec les entreprises et son ouverture sociale ! »



TALAN EST UN GROUPE INTERNATIONAL DE CONSEIL EN INNOVATION ET TRANSFORMATION PAR LA TECHNOLOGIE

Nous croyons que seule une pratique humaniste de la technologie fera du nouvel âge numérique une ère de progrès pour tous.

Présent sur 5 continents, Talan réalise un chiffre d'affaires de 600 Millions €. Plus de **6000 collaborateurs** interviennent sur les domaines de la finance, l'énergie, les transports, l'assurance, l'industrie, les services publics, les telecoms, le retail et le luxe.

En France, ils sont aux côtés de leur client à **Lille, Amiens, Bordeaux, Toulouse, Lyon, Rennes, Nantes, Aix-en-Provence, Montpellier et Paris**

Talan est une « **Great Place To Work** ». Depuis 8 ans, elle est classée dans le TOP 5 des entreprises où il fait bon travailler.



Talan[★]

PARTENAIRE PRINCIPAL



www.talan.com

Actualité des écoles

IMT NORD EUROPE

Ci-après les derniers (et tous prochains) faits marquants de l'école

La Junior Entreprise IMT Nord Europe remporte le Prix de l'Innovation du MEDEF Douaisis

Ce Trophée démontre l'investissement de nos élèves dans leur travail et leurs missions effectuées pour les entreprises.



Colloque International Franco-Québécois en Énergie

Co-organisé par IMT Nord Europe, le Conservatoire National des Arts et Métiers Paris et l'Université Paris Cité. Avec Louis AHOURÉ, Feriel YAHIAI et Souraya OSMAN (doctorants CERI EE).



Congrès Indoor Air 2022 à Kuopio en Finlande

Participation de Frédéric Thévenet, Liselotte Tinel, Marie Verrielle, Nathalie Redon, Tamara Braish, Florent Caron, Cédric Perez, Andy David Umba Nd., Gabriel Rossignol et Raphaël Brun (CERI EE).



Remise des prix du Challenge IoT organisé par le CITC Lille

Le groupe projet « Bird-e », mené par des élèves de l'école, a remporté 2 prix.



8^e édition de la Journée Régionale des Doctorants en Automatique (JRDA)

Organisé par le CERI SN à IMT Nord Europe, campus de Douai Lahure.



IMT Nord Europe lauréat des Trophées Campus responsables francophones 2022

Devant Supaéro et Mc Gill. Cérémonie le 4 octobre 2022 au ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche.



Journée du Personnel

Remise des médailles du travail et des Palmes Académiques, barbecue, clôture du Plan de Transformation et de Développement, spectacle de la Ligue d'Improvisation, remerciements de l'école à Céline Fasulo...



Signature de renouvellement de convention de partenariat avec Orange Grand Nord Est

En présence d'Alexandre KARRAS, Délégué Régional Orange Hauts-de-France, et deux alumni IMT Nord Europe.



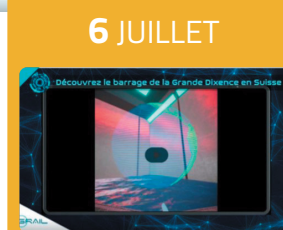
Salon Vivatech

2 startups incubées à APUI (incubateur de l'école) étaient présentes : In-Tracks (plateforme de supervision énergétique) et Tripbike (vélo électrique en bambou).



Remise des prix de la pédagogie 2022 par l'IMT

IMT Nord Europe a obtenu le prix du dispositif numérique, avec le MOOC « Jeux Sérieux et Réalité Virtuelle » de Jean-Luc WOJKIEWICZ.



Essai réussi d'impression 3D d'une encre cimentaire bas carbone issue des travaux de recherche de la thèse d'Estelle HYNÉK, doctorante à IMT Nord Europe au CERI MP, sous la direction de David BULTEEL et Sébastien REMOND.

AOÛT



La MDE sur France 3 Hauts-de-France

Reportage sur Grégoire Gaulier, jeune apprenti au sein de notre service restauration, porteur de trisomie 21. Replay :

https://france3-regions.francetvinfo.fr/hauts-de-france/programmes/france-3_hauts-de-france_jt-12-13-nord-pas-de-calais?id=4107778

12 SEPTEMBRE



Ouverture du nouveau programme πA

Programme de renforcement des fondamentaux technologiques et scientifiques permettant de poursuivre en cursus ingénieur en apprentissage à IMT Nord Europe.

SEPTEMBRE



IMT Nord Europe à la Fabuleuse Factory

A Dunkerque. Présentation de la formation d'ingénieur de spécialité en génie énergétique par apprentissage et du projet Corenstock.

21 AU 24 SEPTEMBRE



Lancement de l'application mobile IMT Nord Europe

Toutes les informations pratiques de l'école sont directement disponibles depuis cette nouvelle plateforme.

SEPTEMBRE



Odyssea : course caritative

Contre le cancer du sein. Félicitations à toutes et tous !

29 SEPTEMBRE



Rentrées académiques

L'école a accueilli 2225 élèves dont plus de 300 nouveaux élèves tout au long du mois de septembre.

SEPTEMBRE



Journée thématique d'échange sur « Mesure, Instrumentation et Robotique pour les Réseaux d'Eau »

Campus de Villeneuve d'Ascq, organisé par le CERI SN

6 OCTOBRE



Lydie Evrard, alumni IMT Nord Europe, directrice adjointe de l'AIEA, présente parmi les experts à Zaporijia (Ukraine)

Pour une mission à haut risque : protéger la sûreté et la sécurité de la plus grande installation nucléaire d'Europe.

SEPTEMBRE



Fête de la Science 2022
IMT Nord Europe X Archéos

Samedi 15 octobre : participation des Alumni jubilaires en 2.

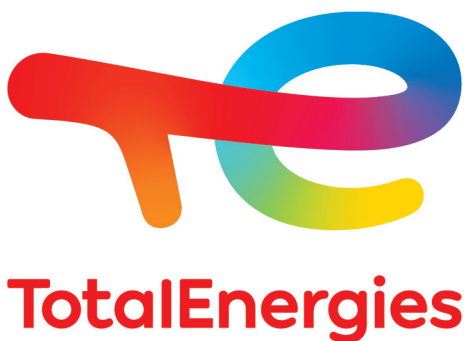
Programme et inscriptions sur www.imt-nord-europe.fr

10 AU 15 OCTOBRE





La centrale électrique TotalEnergies à cycle combiné gaz naturel de Bayet (03), d'une capacité de 409 MW, par sa très grande flexibilité contribue de façon décisive à la sécurité du système électrique Français.





PITEL

ENTREPRISE

Entreprise Générale de Bâtiment



Bâtitteur est notre métier, Bâtir l'avenir est notre vocation

3 rue du Docteur Albert Schweitzer – CS 12087 – 91424 MORANGIS CEDEX

Tél: 01 69 79 37 80 - www.pitel.fr

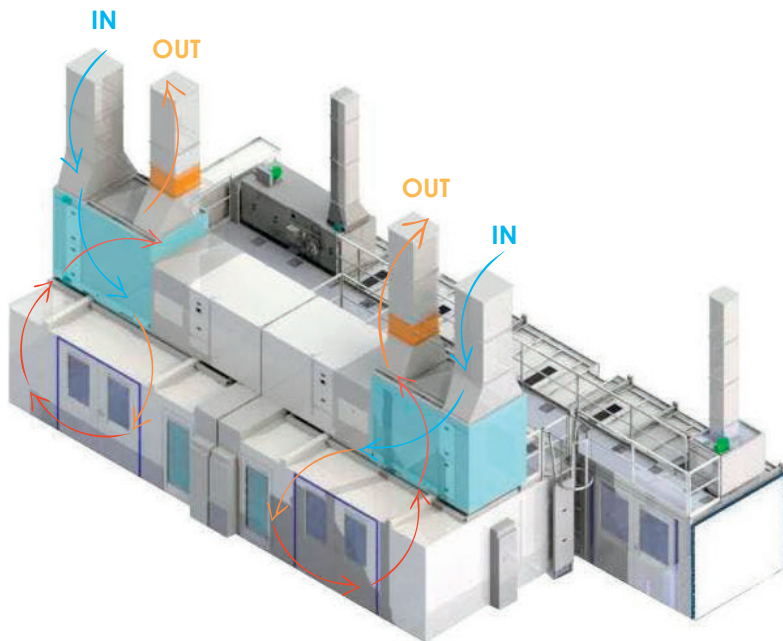
Cera Engineering, concepteur & fabricant de machines



2 rue du huit mai 1945 - 42390 VILLARS - Tél. : 04 77 92 25 92 - contact@cera-groupecera.com - <https://www.cera-groupecera.com>

DES CABINES DE TRAITEMENT DE SURFACE

MOINS ÉNERGIVORES !



Des solutions adaptées à vos contraintes pour réduire l'impact énergétique de vos installations de peinture

- ✓ Gain d'énergie de 40 à 80% fonction de l'emplacement disponible pour insérer des échangeurs de chaleur.
- ✓ Analyse et optimisation du fonctionnement de votre installation à l'aide de notre solution de cabine connectée.



DESIGN - TECHNOLOGIES - INNOVATION

66 Av. Maryse Bastié, BP 90616
16340 L'ISLE D'ESPAGNAC France
+33(0)5 45 20 51 51 - omia@omia.fr

www.omia.fr



FABRIQUE EN
FRANCE



DEVENEZ NOTRE NOUVEAU TALENT !



BELFOR, spécialiste de la remise en état post-sinistres, mobilisé pour remettre en état les biens impactés par les inondations, incendies, dégâts des eaux ou catastrophes naturelles.

- Notre politique RH se traduit notamment par une politique d'emploi dynamique pour accompagner le fort développement de notre société, plus de 80 collaborateurs embauchés en 2021. Aujourd'hui, BELFOR compte plus de 500 collaborateurs répartis sur 30 agences en France.
- Des opportunités de carrières multiples soutenues par la promotion interne au sein des services et des différentes entités du Groupe avec un plan de carrière proposé par la BELFOR University.
- Un engagement pour l'accompagnement des jeunes étudiants en alternance. Depuis juillet 2022, BELFOR propose 15 postes à pourvoir.

Vous souhaitez faire partie de notre aventure ? Alors n'hésitez plus et rejoignez-nous en postulant à candidatures@fr.belfor.com



Automobile



Emballage à parois fines



Boissons et biens de consommation



Cosmétiques et soins personnels



Dispositifs médicaux



Technique et électronique

Une expertise dans tous secteurs

Notre meilleure solution pour toutes vos applications.

Nous concevons et fabriquons des systèmes de canaux chauds pour l'automobile, les emballages à parois fines, les bouchons, les biens de consommation, le packaging pour les cosmétiques et soins personnels, ou les dispositifs médicaux, les industries techniques et électroniques.

Nous sommes prêts à relever tous les défis du marché, des applications standards aux applications ayant des exigences de conception plus complexes :

- Changement de couleur rapide
- Temps de cycle courts
- Traitement des résines PCR et des biopolymères
- Flexibilité de conception
- Démarrage rapide de production
- Grande répétabilité des process et de la qualité produits

Nous offrons la technologie qui correspond le mieux à vos besoins.

oerlikon
hrsflow

Oerlikon HRSflow Italy
Via Piave, 4 San Polo di Piave
31020 Treviso
Phone +33 785929276
france.hrsflow@oerlikon.com

www.hrsflow.com



La confiance dans le nucléaire

De toute évidence, la filière nucléaire est aujourd'hui confrontée à une somme assez inédite de sujets à fort enjeux.

Pour m'en tenir à la sûreté, un certain nombre de sujets ont largement occupé l'ASN ces 10 dernières années et font encore l'objet de traitements et d'instructions en cours, comme par exemple :

- les suites de l'accident de Fukushima, y compris en matière de gestion post-accidentelle ;
- le contrôle des constructions neuves qui connaissent encore trop souvent des difficultés ;
- les réexamens périodiques de sûreté des installations les plus anciennes et la question de leur durée de vie ;
- la reprise et le conditionnement des déchets historiques ainsi que les opérations de démantèlement dont la gestion n'est pas toujours exemplaire ;
- les fragilités qui touchent les installations du cycle combustible et les phénomènes de corrosion sur le parc nucléaire des réacteurs ;

ou encore les projets de stockage des déchets nécessaires à la mise en place de filières de gestion pour tous les types de déchets nucléaires d'ici 15 à 20 ans. Cependant, l'année 2021 et le début de 2022 auront été marqués, en plus, dans un contexte politique d'indépendance et de lutte contre le réchauffement climatique, par le débat qui s'est installé sur les choix de politique énergétique et la place du nucléaire, ancien et nouveau, dans ces choix.

Dans un tel contexte, la question de la confiance est à l'évidence une question centrale.

Elle l'est tant dans la sûreté des installations dont l'exploitant reste avant tout le premier responsable, que dans le contrôle de la sûreté, et dans la gestion des situations d'urgence par les autorités publiques.

PARCOURS



Bernard DOROSZCZYK
IMT Nord Europe, promo 1980

Il est le Président de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), Autorité administrative indépendante, créée en 2006, dont la mission est de contrôler la sûreté nucléaire et la radioprotection en France.

La question de la confiance, de la méfiance, voire de la défiance, peut être abordée sous différents angles qui se complètent ou s'ajoutent.

Dans le nucléaire, l'excès de confiance est un risque

Tout d'abord, s'agissant des installations nucléaires, la confiance, quel qu'en soit le fondement, ne doit jamais amoindrir la vigilance à maintenir, et le discours

responsable à conserver, sur le fait qu'un accident nucléaire est toujours possible.

Malgré les multiples précautions prises, un accident peut toujours se produire, et au-delà des améliorations de sûreté qui sont régulièrement mises en œuvre, le facteur humain reste un facteur de risques qui ne peut pas être éliminé.

Cela veut dire qu'il faut, à tous les niveaux, des décideurs aux opérateurs, entretenir en permanence une culture de la sûreté, valoriser des démarches prudentes et interrogatives, et exploiter en continu le retour d'expérience des événements et des incidents survenus tant en France qu'à l'étranger.

Dans le nucléaire, l'excès de confiance est un risque.

Confiance, méfiance et défiance

Le nucléaire met en jeu des temps longs, voire très longs et difficilement appréhendables à l'échelle humaine ou de la décision politique. Les choix en matière de nucléaire s'opèrent donc dans un contexte d'incertitude quant aux futurs de nos sociétés, ce qui n'est pas propice à la confiance.

Dans un secteur aussi sensible et sujet à controverses que le nucléaire, qui met en œuvre les imaginaires, du fait notamment des effets d'échelle en cas d'accident et de durée liée à la nocivité des déchets les plus actifs, installer la confiance est certainement une gageure et un objectif inatteignable pour un sujet qui soulève tant de passions et de clivages.

Dès lors, la question centrale n'est pas tant de savoir comment donner confiance, que comment faire avec la méfiance, voire avec la défiance.

La méfiance, lorsqu'elle se traduit dans le débat, ne pose pas de problème dans une démocratie et peut même être considérée comme un signe de vitalité dans la mesure où la démocratie nécessite l'existence de contre-pouvoirs. La défiance, en revanche, renvoie au complotisme et à la conviction que les décideurs mentent à la population, voire qu'ils la manipulent.

Un des premiers moyens de vivre avec la méfiance, voire de susciter la confiance, est de cultiver le pluralisme.

L'exercice consistant à réunir autour d'une même table des personnes aux savoirs et aux intérêts différents pour discuter d'un même sujet me paraît extrêmement vertueux. Sur des questions complexes, comme celles qui se posent dans les champs scientifiques et techniques du nucléaire, les débats contradictoires sont plus que jamais nécessaires pour combattre les phénomènes, très inquiétants, de montée du relativisme scientifique et de la défiance.

La transparence et l'information

Un autre des moyens essentiels pour susciter la confiance est celui de la transparence de l'information sur le nucléaire.

C'est ce constat qui a conduit le législateur à la création du Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN) en 2006, en parallèle à celle de l'ASN.

De son côté, l'ASN a contribué au fil du temps à plusieurs avancées en matière d'information et de transparence. Je n'en citerai que quelques unes.

Suite aux accidents de radiothérapie au milieu des années 2000, l'ASN a par exemple décidé la publication des lettres de suite des inspections menées sur ces centres et, peu après, la publication de l'ensemble des lettres de suite d'inspection sur l'ensemble des installations nucléaires.

Ces lettres de suite, ainsi que les déclarations d'événements significatifs faites par les exploitants, sont un matériau très apprécié de la part des médias, des ONG ou des Commissions Locales d'Information (CLI) qui s'en emparent

pour interpeller les pouvoirs publics et les exploitants, et ainsi renforcer l'information et la transparence.

De même, depuis 2010, à l'initiative de l'ASN et en collaboration avec l'IRSN, les résultats des milliers de mesures de la radioactivité dans l'environnement sont accessibles au public sur internet.

Plus récemment, l'ASN a suscité la mise en place de groupe ad hoc pour dialoguer sur des projets dont la réglementation n'imposait pas de phase de concertation comme par exemple le projet récent de densification des piscines d'Orano à La Hague, ou la concertation organisée sous l'égide du HCTISN sur l'instruction de la phase générique du 4^{ème} réexamen des réacteurs de 900 MWe d'EDF.

L'information et la transparence ont à l'évidence progressé ces dernières années. Mais force est de constater que le public s'estime encore insuffisamment informé sur les risques, quand bien même cette information est disponible, et que, par ailleurs, l'information institutionnelle reste à l'origine d'une certaine défiance, en tant que telle.

Dans le nucléaire, les enquêtes menées régulièrement pour l'ASN montrent l'importance du rapport à l'information du public sur la confiance dans la sûreté et le contrôle de la sûreté.

La méfiance, voire la défiance, sont d'autant plus grandes que les publics consultent des sites d'information uniquement sur internet ou sur les réseaux sociaux, et qu'ils sont face à des discours institutionnels ou des informations portées par les médias de grande écoute.

Ce constat doit conduire à nous interroger collectivement sur les nouvelles étapes à franchir en matière d'information, de transparence et de pédagogie sur les risques, ainsi que sur la manière et les moyens de toucher, directement ou indirectement, le grand public, au-delà de la sphère institutionnelle des parties prenantes.

Améliorer la concertation et le débat avec le public

Au-delà de l'information et de la transparence, le sentiment de méfiance ou de défiance peut aussi naître de la concertation et du débat eux-mêmes, pourtant indispensables, et de la légitimité ressentie ou non des décisions prises à l'issue engageant notre société sur le long terme.

Si la concertation et le débat sont nécessaires, les conditions de leur organisation prévalent souvent sur le résultat qui en ressort, en matière de confiance ou de défiance ajoutées.

L'organisation de concertations et de débats lisibles, transparents, conceptuellement robustes et permettant de déboucher sur des décisions acceptables et acceptées soulève deux exigences : celle de la participation réelle du public, au-delà du public averti ou du public militant, et celle des options ou des aménagements



©freepik

Le nucléaire : enjeux et perspectives

La sûreté

possibles qui restent ouverts au moment de la concertation ou du débat.

Les concertations de pure forme ou inaccessibles vu la complexité des sujets, comme les débats fermés sur les solutions envisageables ou utilisés comme caisse de résonance sur le refus de toutes solutions, quelles qu'elles soient, ne font jamais progresser la confiance.

Cette caricature de concertation ou de débat reste malheureusement encore trop souvent l'apanage du nucléaire, et toutes les parties en portent la responsabilité.

Plus profondément, l'organisation de la concertation et du débat sur les projets nucléaires renvoie à la question générale de l'exercice de la démocratie représentative, délibérative ou participative sur des sujets complexes, souvent de long terme, et pas facilement accessibles au public, qui imposent un minimum d'information pédagogique et de culture sur les risques.

Le développement d'une culture de la sécurité et l'importance de disposer de « tiers de confiance »

La méfiance envers le nucléaire résonne de manière générale avec le constat de l'existence, en France, d'un certain déficit de culture de la sécurité au sein de la population. Ce déficit rend plus difficile les débats et pourrait complexifier la gestion post-accidentelle d'une crise nucléaire.

Le déficit de culture de la sécurité de la population et la méfiance dans le discours de précaution porté par les pouvoirs publics, encore constaté avec l'échec de la dernière campagne de distribution de comprimés d'iode autour des installations nucléaires, restent des sujets difficiles sur lesquels les services chargés de la sécurité civile ont du mal à s'engager.

Dans ce domaine, le nucléaire subit encore le poids d'un certain passif de défiance et d'un scepticisme structurel au sein de la population sur la transparence en situation de crise, qui s'est encore matérialisé lors de la crise Lubrizol et de la crise sanitaire et qui revient dans les enquêtes d'opinion que nous organisons sur le nucléaire.

La sûreté nucléaire

La sûreté nucléaire est l'ensemble des dispositions techniques, humaines et organisationnelles mises en œuvre à toutes les étapes de la vie d'une centrale nucléaire pour protéger, en toutes circonstances, la population et l'environnement contre une éventuelle dispersion de produits radioactifs.

Ces dispositions sont prises en compte dès la conception de l'installation, intégrées lors de sa construction, renforcées et toujours améliorées pendant son exploitation. Elle repose sur la mise en place de lignes de défense successives et indépendantes, que l'on appelle la défense en profondeur.

Source : www.edf.fr

Par exemple, 52 % des Français estiment encore qu'on leur cache la vérité sur les conséquences de l'accident de Fukushima et ce chiffre monte à 73 % pour celui pour Tchernobyl.

Il y a structurellement une part de défiance qui reste très importante dans la population :

88 % des Français considèrent par exemple qu'on ne leur dira pas toute la vérité si un accident nucléaire grave survient en France.

Les enquêtes menées pour l'ASN montrent par ailleurs que la confiance à l'égard des divers acteurs institutionnels pour transmettre l'information la plus fiable possible en cas d'accident est fragile, voire minoritaire

Parmi les acteurs qui sont perçus par le grand public comme ceux qui donneraient l'information la plus fiable en cas de crise, ressortent en premier les acteurs associatifs et les ONG avec 66 %, et ensuite l'ASN avec 54 %. Les médias sont à 40 %, l'Etat à 38 % et les réseaux sociaux à 32 %.

Cette part de défiance prévisible de la population en situation de crise et le besoin exprimé d'une plus grande association des acteurs de terrain, pour définir et rendre plus acceptables et compréhensibles les décisions publiques de restriction en situation d'urgence, devraient nous inciter à entretenir des relations plus étroites, « à froid », avec les acteurs qui pourraient jouer un rôle de « tiers de confiance » auprès de la population en situation d'urgence comme par exemple les élus, association, CLI, et les associations médicales....

De la même manière, les relations avec ces acteurs en vue de faciliter la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident par exemple devrait être préparée et tester en les faisant participer davantage aux exercices de crise organisés par les pouvoirs publics.

Restaurer la confiance dans la filière nucléaire

Après les nombreuses difficultés et les déboires rencontrées dans les nouveaux projets ces dix dernières années, la question de la confiance dans le nucléaire se pose également en matière de capacité industrielle à faire, avec le niveau de qualité requis pour le nucléaire, au regard de l'ampleur et de la durée des travaux envisagés sur le parc existant et pour le nouveau nucléaire.

Si ces travaux sont confirmés, la consolidation de cette capacité industrielle nécessitera l'engagement d'un contrat de confiance, sur la durée, entre l'Etat, les donneurs d'ordres et la filière, pour réaliser les investissements nécessaires, et pour recruter et développer, en anticipation, puis maintenir dans la durée, les compétences indispensables à la conduite des projets et à la réalisation des travaux.

La confiance dans le nucléaire ne peut pas être dissociée de la confiance dans la capacité à gérer les projets, à faire bien et dans les délais, de l'industrie nucléaire.

Dans le contexte actuel et dans le cadre des nouvelles orientations de politique énergétique de la France, c'est le plus grand défi à relever pour la filière et pour la sûreté, car la qualité et la rigueur de la conception, de la construction, de la fabrication et de leur contrôle constituent le premier niveau de défense en profondeur en matière de sûreté. ■

Paris, le 25 août 2022

Gestion d'une crise nucléaire

Pour faire face à tout incident ou accident, bien que de faible probabilité, toutes les centrales nucléaires sont dotées d'une organisation spécifique déployée en concertation avec les pouvoirs publics. Elle a pour objectif de maintenir les installations nucléaires dans un état sûr pour assurer la protection des personnes et de l'environnement.

Comment EDF se prépare-t-il aux situations les plus complexes qui pourraient survenir sur son parc nucléaire en exploitation ?

En France, l'intégralité du parc nucléaire est exploitée par EDF. Ses 56 tranches réparties sur 18 sites comprennent toutes une chaudière nucléaire - le réacteur - et un groupe turbo-alternateur connecté au réseau électrique. Depuis la conception de ses centrales, EDF se prépare constamment à gérer des événements jusqu'au plus grave, celui qui occasionnerait la fusion des assemblages combustibles. Alors pour éviter toute émission de matière radioactive, la notion de sûreté nucléaire¹ a été introduite. Elle repose en grande partie sur la mise en place de lignes de défense successives et indépendantes, concept qu'on appelle « défense en profondeur ».

On en distingue **4 niveaux par ordre croissant** :

- 1. Prévention** : éviter la défaillance par les études de conception, la régulation des matériels, les procédures d'exploitation
- 2. Détection** : surveiller l'installation et mettre en place toutes les actions permettant de revenir à une situation normale
- 3. Maîtrise des incidents/accidents** : maîtriser les situations qui n'ont pas pu être évitées par les 2 lignes précédentes et limiter leurs conséquences
- 4. Gestion des accidents graves** : mettre en place toutes les mesures nécessaires pour réduire les conséquences d'un accident grave avec fusion partielle ou totale du cœur du réacteur.

PARCOURS



Antoine DELHOMME
IMT Mines Albi, promo 2011

Il est ingénieur en gestion de crise nucléaire et cadre process FARN chez EDF au CNPE de Dampierre dans le Loiret.

Le passage en gestion de crise est mis en place dès la 3^e ligne de défense, lorsque les 2 premières sont franchies. Cette organisation des situations d'urgence de l'exploitant nucléaire est requise par la loi et ses textes d'application (code de l'environnement, arrêté INB et décisions de l'Autorité de Sûreté Nucléaire²).

Dans un Centre Nucléaire de Production d'Electricité (CNPE), plus communément appelée centrale nucléaire, la situation de crise prend le relais de la situation normale qui correspond à l'exploitation courante de l'installation. Le passage d'une situation normale à une situation de crise est décidé par le Directeur d'astreinte selon des critères prédéfinis. Dès que ces critères sont atteints, il déclenche le Plan

d'Urgence Interne (PUI) le plus adapté à la situation. Ce plan regroupe l'organisation générale d'une crise et les actions que devra réaliser le personnel. Il fait l'objet d'un contrôle et d'une autorisation de l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

Le passage en PUI va entraîner le déclenchement d'équipes d'astreinte du site avec un appui au niveau national, localisé en région parisienne, le tout, sous le contrôle de l'ASN appuyée par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), son expert technique.

Du personnel d'astreinte mobilisable 24h/24 et 7j/7

En plus de leurs activités quotidiennes, les équipes d'astreinte montent périodiquement une astreinte de

1. La sûreté nucléaire est l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires de base ainsi qu'au transport des substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets. Ces dispositions et mesures, intégrées à la conception et la construction, sont renforcées et améliorées tout au long de l'exploitation de l'installation nucléaire.
Source : edf.fr
2. Souvent appelée « gendarme du nucléaire », l'ASN est une autorité administrative indépendante dont le rôle est de réglementer et contrôler les installations nucléaires et informer le public. En situation de crise, elle assiste les pouvoirs publics dans la compréhension et la gestion de la situation.

Le nucléaire : enjeux et perspectives

La sûreté



↑ Exercice national de crise Source : EDF

7 jours au cours de laquelle elles peuvent être sollicitées pour gérer une situation d'urgence. Elles se relaient régulièrement pour assurer une disponibilité 24h/24 toute l'année.

Pour pallier d'éventuelles pannes dans les moyens de télécommunication, l'alerte repose sur la redondance des matériels. Hors site, un équipier de crise doit être joignable en permanence sur au moins deux moyens différents, à savoir un téléphone fixe/mobile et un pager (réseau avec une infrastructure satellitaire indépendante des autres réseaux fixes et mobiles classiques). Lorsque leurs moyens se déclenchent, les équipiers de crise doivent rejoindre leur poste en moins de 60 minutes. C'est une exigence réglementaire et chaque année, plusieurs exercices de mobilisation sont organisés pour tester le temps de déploiement d'une organisation de crise. Dans une centrale nucléaire comme celle de Dampierre qui compte 4 réacteurs, 76 personnes sont d'astreinte en permanence et se relaient chaque semaine. Ce sont donc au total près de 500 personnes assurant périodiquement une astreinte qu'il faut former et entraîner. Chaque centrale nucléaire dispose de sa propre unité de formation. En plus des formations propres aux spécialisations des salariés pour leurs activités courantes, des formateurs assurent les sessions initiales et de maintien à niveau de tout le personnel de crise. La règle est simple, chaque équipier de crise est formé tous les 3 ans et doit participer à un exercice de crise chaque année.

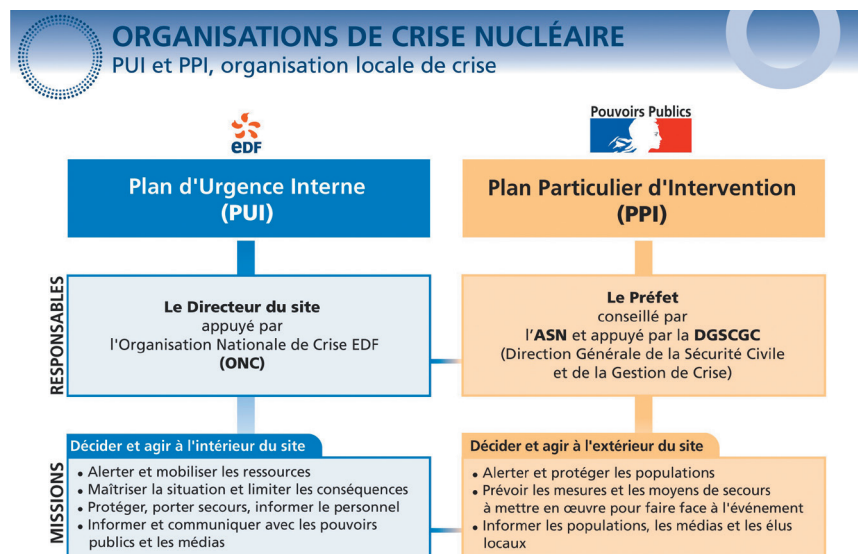
→ Organisation de crise nucléaire. Source : EDF

Le Plan d'Urgence Interne se coordonne avec plusieurs Postes de Commandement

Sur chaque site de production, au moins deux ingénieurs spécialisés en gestion de crise assurent la bonne préparation de l'organisation et des équipes. Ils se basent sur le retour d'expérience des situations d'exercice pour améliorer régulièrement les procédures de crise. Une dizaine d'exercices sont planifiés chaque année pour confronter l'organisation à des situations d'urgence, quelles que soient leur probabilité et leur gravité. Les situations couvertes par le PUI sont multiples : évènement climatique, incendie, nombreux blessés, impact

sur l'environnement, toxique, sûreté. L'organisation PUI doit pouvoir gérer toutes ces situations et leur cumul. Sur la plupart des exercices, les 76 équipiers d'astreinte sont alertés et se rendent à leur poste de crise. Ces équipes internes vont alors s'organiser en **5 Postes de Commandement (PC)** :

- **PC Direction** : il inclut le Directeur de Crise qui prendra les décisions au sein du CNPE et ses appuis (communication interne/externe, main courante, secrétariat, veille médiatique, médecin)
- **PC Moyens** : il intègre tous les équipiers chargés de déployer du matériel pour la gestion de l'évènement comme des pompes, des compresseurs, des équipements de détection. On y trouve aussi des techniciens en sécurité et radioprotection, des électriciens, mécaniciens, logisticiens et un infirmier
- **PC Expertise** : ce sont les experts en accidents thermohydrauliques. Ils sont



EDF/2009

25 octobre 2012

PUI&PPI - OC01



en appui direct aux opérateurs pour diagnostiquer la situation, s'assurer que les consignes sont cohérentes et fournir un pronostic technique du réacteur

- **PC Contrôle** : il est principalement occupé par le personnel des services de chimie et environnement de la centrale. Il assure les mesures, les analyses et les contrôles dans l'environnement des rejets, qu'ils soient toxiques, polluants ou radioactifs. Il réalise aussi la surveillance du débit de dose du rayonnement gamma ambiant en limite de site, à 1 km, 5 km et 10 km

- **PC Salle de commande** : ce pôle intègre le personnel chargé de relever des paramètres précis pour les transmettre aux autres postes de commandement.

Chaque PC est représenté par un chef qui encadre l'équipe et communique périodiquement par audioconférence sécurisé avec ses homologues.

Une équipe pilote le réacteur nucléaire pour le ramener ou le maintenir à l'état le plus sûr

Pour exercer les équipes à la conduite d'accidents et renforcer le réalisme des exercices, une réplique exacte de la salle de commande permet de simuler des pannes ou des difficultés de pilotage. Cette salle de

commande simulée est le passage obligé en formation initiale et maintien des acquis des opérateurs qui conduisent l'installation au quotidien. Elle est aussi utilisée lors des exercices de crise pour simuler des états de tranche les plus réalistes possibles.

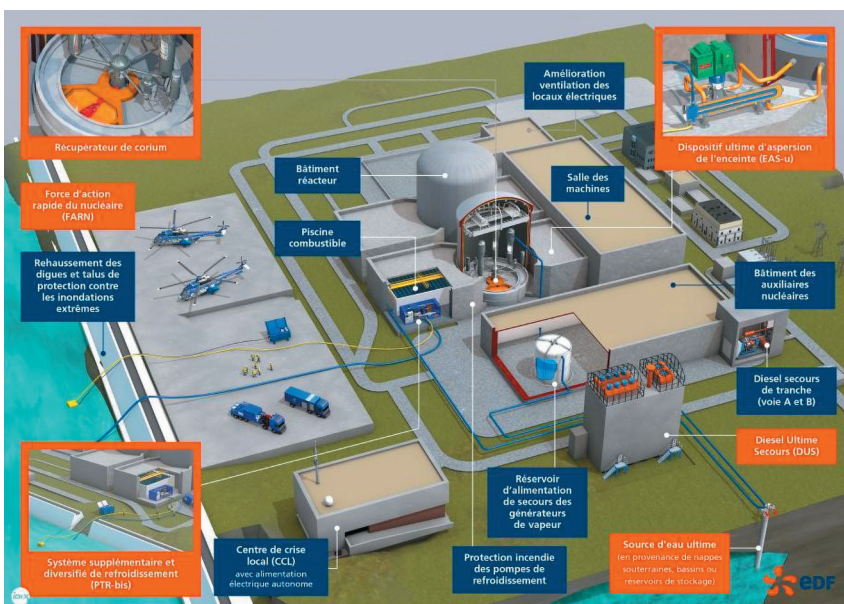
Dans ces situations incidentelles voire accidentelles, ces salariés postés en 3x8 qui assurent l'exploitation des installations poursuivent le pilotage et la surveillance du réacteur. Un opérateur est dédié à la partie primaire de l'installation qui inclut notamment le pilotage du réacteur nucléaire. Un second opérateur assure la gestion de la partie secondaire avec le groupe turbo-alternateur, le refroidissement du circuit primaire (piloté par le secondaire) et la source froide. Les actions des deux opérateurs sont contrôlées par un superviseur en recul qui dispose d'une vision plus élargie. Afin de ne pas perturber les opérateurs, il ne touche pas aux commandes mais vérifie que les actions sont efficaces et fidèles aux procédures. Encore davantage en recul, un 4e acteur assure la surveillance permanente des fonctions d'état de la tranche nucléaire. Il pourra détecter d'éventuels cumuls ou une dégradation du cœur qui nécessitera un changement de procédures.

Quel que soit l'état du réacteur, des actions nécessitent une intervention sur place, en dehors de la salle de commande. Elles sont réalisées par des agents de terrain disponibles pour des manœuvres locales comme des lignages, des lectures d'indicateurs ou des consignations.

Lorsque le Directeur de crise décide de déclencher l'organisation de crise, les opérateurs qui pilotent l'installation sont alors appuyés par des spécialistes en phénomènes thermohydrauliques et radiologiques pour les soutenir dans la gestion d'évènements complexes.

Avant l'accident de Three Mile Island aux Etats-Unis en 1979, les équipes de conduite géraient les situations complexes par une approche dite « événementielle ». Elle se focalisait sur l'incident ou l'accident avec des actions prédéfinies à mener. Mais cette stratégie ne permettait pas de gérer plusieurs évènements avec de multiples défaillances matérielles ou humaines. Les équipes pouvaient alors se concentrer sur un incident sans remarquer qu'un autre survenait en cumul. EDF a alors totalement revu sa manière de gérer ces situations. L'approche est aujourd'hui dite « par état » en pilotant le réacteur selon son état réel et celui du circuit secondaire. Les équipes ne se focalisent plus sur l'évènement ou son origine pour remettre le réacteur dans un état sûr. Les consignes reposent sur une suite de logigrammes et les actions demandées découleront directement des paramètres réels du réacteur. Par exemple, si le circuit primaire est à une pression inférieure à un certain seuil, alors l'opérateur devra engager les actions propres à ce niveau de pression. On ne lui demande pas de rechercher la cause de l'évènement, les équipes d'appui s'en chargeront. Ensuite, si l'état du réacteur se dégrade, la surveillance permanente des paramètres permettra de détecter les éventuels cumuls d'évènements et orienter les équipes vers la consigne la mieux adaptée. Les astreintes PUI analyseront également l'application de ces consignes et pourront demander aux opérateurs de se réorienter vers les procédures les plus adéquates.

Si la crise devait avoir des conséquences au-delà de l'enceinte de la centrale, le Préfet pourrait être amené à déclencher le Plan Particulier d'Intervention (PPI) destiné à planifier les actions de protection des populations. Seul le Préfet du département peut prendre la décision de déclencher le PPI, à une exception près : si les paramètres du réacteur venaient à se dégrader rapidement et que le risque de rejet radioactif était présent dans les 6 heures, le Directeur de Crise pourrait lui-même déclencher par délégation le PPI, dit en phase réflexe, pour mettre à l'abri le



← Le plan des améliorations de sûreté post-Fukushima à Dampierre. Source : EDF

Le nucléaire : enjeux et perspectives

La sûreté



Un poste de commandement est dressé en moins de 24 heures, à quelques kilomètres du site de production.
Source : Jérôme DUTAC

Une gestion des situations complexes depuis des locaux conçus pour protéger le personnel

Les équipes de crise gèrent les situations les plus complexes dans des locaux dédiés et dimensionnés pour mettre en sécurité les intervenants. Ils sont équipés de moyens de télécommunication et informatiques mis à la disposition des acteurs. Les fax sont encore utilisés en secours de l'informatique jusqu'aux téléphones satellites autonomes si les autres réseaux redondants étaient perdus. La communication, aussi bien interne qu'externe, constitue un enjeu fort dans la bonne gestion d'une crise nucléaire.

Des procédures, toutes au format papier, sont utilisées par les équipiers de crise pour les guider dans la réalisation de leurs actions. Elles sont à disposition, sous scellés, afin d'être certain d'être bien à jour si elles devaient être utilisées en situation réelle.

Toutes les situations de crise ne pouvant être imaginées à l'avance, c'est à la résilience que les équipes internes sont entraînées. L'organisation de crise a cette capacité de mobiliser toutes les compétences individuelles pour s'adapter aux situations les plus défavorables et revenir à un état sûr. Les équipes d'astreinte sont entraînées à se coordonner ensemble et adopter les stratégies les mieux adaptées à l'évènement rencontré.

plus rapidement possible les populations présentes dans un rayon de 2 km autour du site. Ce sont les sirènes qu'on entend parfois les premiers mercredis de chaque mois à midi pour s'assurer de leur bon fonctionnement.

Les salariés de la centrale seraient alertés par les sirènes internes avec la consigne de se regrouper dans les bâtiments prévus. Leur éloignement ou leur évacuation du site serait géré conjointement avec les pouvoirs publics.

Les scénarios d'exercices les plus improbables sont soumis au personnel d'astreinte

Pour confronter les équipes à des situations complexes, les ingénieurs crise développent des scénarios en lien avec d'autres services du CNPE. Quelques exemples de scénarios mis en œuvre récemment sur la centrale de Dampierre :

- Prise en charge de 5 blessés graves en salle des machines sous une forte

chaleur et dans une ambiance bruyante en collaboration avec les sapeurs-pompiers et le SAMU du Loiret

- Accident de perte de réfrigérant primaire à l'intérieur du bâtiment réacteur. L'eau qui recouvre les assemblages se vide
- Mobilisation d'une équipe très réduite de gestion de crise considérant que la majorité des astreintes n'a pas pu se rendre sur le CNPE en raison d'aléas climatiques sévères
- Perte totale des alimentations électriques avec des manutentions de combustibles en cours
- Gestion d'un évènement avec une coupure des moyens de télécommunication
- Déversement de produits polluants sur la voirie du site, etc.

Evidemment, ces scénarios sont joués sur simulateur, le matériel de crise est réellement déployé mais n'est pas connecté à l'installation. La mise en œuvre des systèmes de sauvegarde est quant à elle testée périodiquement hors exercices de crise.



La création de la Force d'Action Rapide Nucléaire

À la suite de l'accident de Fukushima le 11 mars 2011 dont le tsunami a causé la mise hors service des systèmes de refroidissement des réacteurs et des piscines d'entreposage des assemblages de combustible, EDF a déployé de nombreuses mesures pour renforcer la sûreté de ses centrales. Ces modifications, dites « noyau dur », permettent de s'approcher du standard de sûreté des réacteurs de 3^e génération. Sur l'ensemble du parc nucléaire, les modifications apportées sont considérables. Ce retour d'expérience de l'accident de Fukushima est directement intégré dans le « Grand Carénage ». Ce programme, estimé à 49,4 milliards d'euros, regroupe un ensemble de projets visant à rénover ou remplacer les gros composants en fin de vie, améliorer la sûreté et assurer la pérennité des matériels après 40 ans.

Chaque CNPE sera d'ailleurs prochainement équipé d'un centre de crise de dernière génération. Véritable bunker dimensionné pour résister à des agressions plus importantes que celles prévues initialement, il permettra une accessibilité et une habitabilité permanentes en cas de crise. Ses systèmes de ventilation et d'alimentation en électricité seront renforcés pour que le centre reste opérationnel quelles que soient les conditions extérieures.

Parmi les autres nombreuses modifications, quelques mois après l'accident de Fukushima, EDF a créé une unité de 300 personnes capables d'intervenir sur une centrale en difficulté dans laquelle les équipes internes d'astreinte seraient inopérantes. Cette unité, baptisée Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN) est répartie sur

4 CNPE - Bugey, Civaux, Dampierre et Paluel - et un état-major en région parisienne. S'inspirant des techniques de commandement et d'organisation de la sécurité civile, elle est capable d'acheminer en moins de 12 heures une première équipe de 14 équipiers spécialement formés et entraînés aux interventions en milieu déstructuré et contaminé. Trois autres équipes convergeraient vers le site en difficulté pour un déploiement complet de la FARN en moins de 24 heures. En attendant son arrivée, le site utiliserait ses moyens de réserve en eau pour refroidir le réacteur et d'alimentation en électricité avec plusieurs moteurs diesel de secours.

La FARN interviendrait avec ses équipes si le site nucléaire devait se retrouver totalement isolé par des phénomènes naturels (inondation, séisme, tempête) ou en cas de défaillances graves de matériels de sauvegarde. Chaque équipe, appelée colonne, est constituée de 14 personnes qui disposent toutes d'une compétence particulière : des experts en radioprotection, des électriciens, des mécaniciens, des logisticiens mais aussi des opérateurs et agents de terrain formés au pilotage des trois paliers de puissance de centrales nucléaires installées en France (900 MW, 1300 MW et 1450 MW). Bien que reposant sur la même technologie de production d'électricité depuis un réacteur à eau pressurisée, les salles de commande sont différentes d'un palier à un autre. Les équipes sont aussi formées à la conduite hors chemin et au dégagement d'itinéraire pour accéder jusqu'à une centrale en grande difficulté.

Pour intervenir en toute autonomie, chaque colonne se déplace en convoi de véhicules tout-terrain et de poids lourds pour acheminer des moyens de pompage en eau, de production d'électricité et d'air. La FARN compte au total près de 70 véhicules qui sont contrôlés chaque semaine afin d'être prêts à partir en cas d'alerte. Elle pourrait aussi être appuyée par des moyens aériens et nautiques.

Deux nouveaux systèmes sont en cours de déploiement pour garantir le refroidissement du réacteur et de la piscine d'entreposage du combustible. Le premier dispositif va consister à évacuer la puissance résiduelle (c'est-à-dire la chaleur dégagée par le combustible) hors de l'enceinte du réacteur sans l'ouvrir et le second assurera une voie supplémentaire de refroidissement de la piscine combustible en évitant son ébullition. L'objectif de ces modifications reste d'éviter tout rejet radioactif dans l'environnement. C'est la FARN qui s'est vue attribuer la mise en œuvre de ces deux nouvelles missions par le déploiement de pompes et d'échangeurs spécifiquement conçus.

La FARN serait amenée à intervenir dans des conditions extrêmes mais dans le respect des réglementations en vigueur, notamment celles liées à l'exposition exceptionnelle. Dans le cadre de l'optimisation de la dose radioactive, le Directeur de Crise, appuyé par ses conseillers en radioprotection se chargera de veiller :

- à maintenir, si possible, l'exposition en-dessous de la limite d'exposition hors situation d'urgence radiologique de 20 mSv, dose efficace
- en cas de dépassement, à rester en-dessous de la limite d'exposition pour une situation d'urgence radiologique de 100 mSv, dose efficace
- dans des situations exceptionnelles (en cas d'intervention visant à sauver des vies humaines, empêcher de graves effets sanitaires radio-induits ou empêcher l'apparition de situations catastrophiques), veille à ne pas dépasser 500 mSv en dose efficace.

En situation d'urgence radiologique, les intervenants doivent n'avoir reçu dans les 12 derniers mois aucune dose supérieure à l'une des valeurs limites annuelles fixées, ne pas être enceinte ou ne pas allaiter, avoir reçu une information appropriée sur les risques et les précautions à prendre au



3. Valeurs définies par le Code du travail.

4. Quantité d'énergie reçue par le corps humain corrigée de facteurs tenant compte de la fragilité d'un tissu ou d'un organe et du type de rayonnement ionisant.

← Source : EDF

Le nucléaire : enjeux et perspectives

La sûreté



← Exercice de la Force d'Action Rapide du Nucléaire (FARN) le 20 janvier 2021 à la centrale de Paluel.
Source : AFP - SAMEER AL-DOUMY

cours de l'intervention et confirmer leur accord.

Ces valeurs limites et ces conditions sont aussi valables pour les équipes locales de crise de chaque CNPE.

Si la dosimétrie ambiante devenait beaucoup trop importante, le Groupe d'INTERvention Robotique sur Accidents (INTRA), une autre équipe spécialisée, viendrait compléter le dispositif de crise déjà important. Groupement entre des salariés du CEA, d'Orano et d'EDF, il a la capacité de constituer une flotte d'engins robotisés téléopérés pour intervenir là où l'homme en serait incapable.

Le quotidien d'un équipier FARN

Les 4 services régionaux FARN, tous implantés à l'intérieur ou à proximité de la centrale nucléaire, comptent 70 équipiers qui occupent pour la plupart un autre emploi à mi-temps sur le CNPE de rattachement pour maintenir leurs compétences techniques. Lorsqu'ils ne sont pas en temps FARN, ils exercent des missions habituelles qu'on peut trouver dans une centrale (formateur, agent de terrain, électricien, logisticien, opérateur, etc.). Mais 2 semaines toutes les 5 semaines, ils rejoignent leur service

régional pour s'entraîner et monter l'astreinte FARN afin de disposer d'une force mobilisable 24h/24 et 365 jours par an. Sur ces deux semaines bloquées, les équipes enchaînent préparations d'activités et entraînements au plus proche des conditions d'intervention. Quelques exemples d'entraînement :

- Mise en œuvre d'une barge pour acheminer un compresseur ou un véhicule tout-terrain
- Déploiement d'une remorque télécom satellite pour constituer son propre réseau de télécommunications
- Entraînement en tenue NRBC avec masque à cartouche pour se protéger de la contamination interne et externe
- Déploiement d'un conteneur permettant d'évacuer la puissance résiduelle d'un réacteur, etc.

Ils peuvent passer plusieurs nuits sous tente en base arrière et se nourrir de rations identiques à celles utilisées par les militaires. Des formations et des maintiens de compétences réguliers sont organisés, notamment pour les opérateurs et agents de terrain qui doivent maintenir leurs compétences tout pallier.

Depuis sa création, la FARN n'a jamais été mobilisée sur un site nucléaire. En revanche, elle est intervenue de manière notable à trois reprises hors crise nucléaire :

- 2016 pour des inondations dans le Loiret

▪ 2017 à Saint-Martin dans les Antilles lors du passage de l'ouragan Irma. Elle a apporté ses compétences et ses moyens dans la gestion d'une base-vie en soutien à l'exploitant du réseau électrique local

▪ et en 2020 à la suite de la tempête Alex dans le sud-est de la France où durant 3 semaines, les colonnes se sont relayées pour remettre le plus rapidement possible en service les moyens de production hydroélectrique des vallées de la Roya, de la Vésubie et de la Tinée.

Si la FARN était mobilisée, sa gestion opérationnelle serait assurée depuis un Poste de Commandement implanté sur une base arrière déjà identifiée proche de la centrale en difficulté. Les actions de la FARN resteraient sous l'autorité du Directeur de Crise du CNPE.

Le risque de passer en situation de crise n'est pas nul. Dès lors, chaque centrale nucléaire doit être en mesure d'intervenir le plus rapidement possible pour revenir à un mode normal de fonctionnement. C'est pourquoi, sur tous les champs de compétence, les équipiers d'astreinte, opérateurs, agents de terrain, services d'appui et membres de la FARN s'entraînent régulièrement à la gestion des événements les plus sérieux. Des scénarios extrêmement improbables sont imaginés.

Partie intégrante de la sûreté nucléaire, la préparation aux situations d'urgence est indispensable à l'exploitation normale des réacteurs nucléaires du parc français. ■



QUALITÉ

SÉCURITÉ

ENVIRONNEMENT

BATIMENTS TRAVAUX PUBLIC DU PARTICULIER AUX PROFESSIONNELS

 Maçonnerie Général

 Aménagement Urbain

 Démolitions

 Terrassement

 Génie Civil – VRD

 Enfouissement de réseaux



4 rue Jean-Baptiste Colbert
77350 LE MEE SUR SEINE

www.distp.fr

 01 60 66 68 44
06 83 61 29 00

 ozcan.distp@gmail.com

p/25

Sécurité nucléaire Quand nucléaire rime avec sécurité nationale

Un ingénieur dans le monde du contre-terrorisme nucléaire

Sécurité et sûreté nucléaire

Quand j'ai candidaté, il y a plus de huit ans, comme chef-adjoint des affaires internationales et réglementaires, au département de la sécurité nucléaire, j'avoue que je n'avais pas bien conscience d'où je mettais les pieds.

La sûreté nucléaire, je connaissais bien, pour avoir travaillé pendant plus de quatre ans à la division de Bordeaux de l'Autorité de Sûreté Nucléaire. Dans la sûreté nucléaire, il s'agit d'envisager tous les problèmes : pannes, erreurs humaines, aléas naturels... qui peuvent arriver sur une installation nucléaire, pour éviter des accidents et protéger les riverains et l'environnement. C'est très proche du travail qui est également réalisé en DREAL, avec les études de dangers.

Dans la sécurité nucléaire, la perspective est très différente, puisqu'on veut protéger les installations et les transports de matières nucléaires contre des actes délibérés de malveillance, et notamment des actes terroristes.

A l'origine : la peur de l'hiver nucléaire

Quand la première loi française relative à la sécurité nucléaire est publiée en 1980, on ne parle pas encore de réchauffement climatique.

PARCOURS



Thomas LANGUIN
IMT Nord Europe, promo 2001

Après un court passage dans le privé il a intégré l'administration et le corps des ingénieurs de l'industrie et des mines en 2002. Il a travaillé au service des mines de la DRIRE Lorraine, à la division de Bordeaux de l'ASN puis au service prévention des risques de la DREAL de Bordeaux. Depuis 2014, il est chef adjoint de la mission Affaires internationales et réglementaires, au Département de la Sécurité Nucléaire.

On en est encore en pleine Guerre Froide, et la crainte d'un hiver nucléaire est dans toutes les têtes. Sous l'égide de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), agence dépendant de l'Organisation des Nations Unies (ONU), c'est d'abord le risque de prolifération nucléaire par des Etats qui été pris en compte. Mais le risque terroriste est aussi très présent à cette époque, même si on l'a un peu oublié. Qui se souvient de l'attaque au lance-roquette RPG-7 du chantier du réacteur Superphénix, en 1982, par un activiste antinucléaire, armé grâce au terroriste Carlos ?

Les États commencent alors à craindre que des terroristes ne volent des matières nucléaires (plutonium, uranium...) pour fabriquer des bombes nucléaires. C'est de cette crainte que naîtra la Convention internationale pour la protection physique des matières nucléaires, en 1979, qui est toujours un traité international fondamental dans le nucléaire et qui sera à l'origine de ce qu'on appelle aujourd'hui la sécurité nucléaire.

Les attentats du 11 septembre 2001 et la prise de conscience du risque de sabotage

Comme souvent, c'est une catastrophe qui fera prendre conscience que les terroristes pourraient aussi s'en prendre aux installations et aux transports nucléaires eux-mêmes. En effet, les attentats aux USA du 11 septembre 2001 montrent que les terroristes sont capables d'échafauder des plans d'attaque très complexes. Il est clair aussi pour tout le monde que les activités nucléaires sont une cible de choix. Par exemple, quelques années plus tard, le terroriste norvégien d'extrême droite Anders Behring Breivik publiera un manifeste appelant à se former dans l'ingénierie nucléaire, afin de pouvoir infiltrer des centrales nucléaires et causer des catastrophes nucléaires en Europe.

C'est ainsi qu'à partir des années 2000, le risque de sabotage nucléaire devient un deuxième enjeu de la sécurité nucléaire, aux côtés du risque de prolifération nucléaire.

Quand l'opérateur nucléaire fait du contre-terrorisme

Concrètement, les lois et réglementations relatives à la sécurité nucléaire ont pour but d'avoir une approche globale de la sécurité nucléaire où État et opérateurs ont des rôles complémentaires. Cette logique est ancienne : bien avant la première guerre mondiale, l'État français avait compris que la défense et la sécurité nationale devaient impliquer tous les acteurs de la société française. Les deux guerres mondiales qui suivront ne feront que confirmer le rôle essentiel de l'industrie pour l'effort de guerre entre autres. Mais les industries peuvent aussi être elles-mêmes des cibles permettant d'affaiblir un État.

C'est pour faire face à ces risques que la France s'est dotée d'une organisation interministérielle de défense et de sécurité : chaque ministère dispose d'un Haut fonctionnaire de défense et de sécurité qui dispose d'un service dédié chargé d'animer et piloter l'action du ministère et de toutes les organisations publiques ou privées qui en dépendent, dans ce domaine. Ce réseau est dirigé par le Secrétariat général de défense et de sécurité nationale. C'est à ce titre-là que le Ministère de la Transition Énergétique (MTE) est chargé de coordonner toutes les actions de défense et de sécurité dans le domaine de l'énergie : gaz, pétrole, électricité... et bien sûr le nucléaire civil. Au sein de ce service, le département dans lequel je travaille est dédié à la sécurité nucléaire. Il s'agit du département de la sécurité nucléaire (DSN). Le MTE a identifié tous les « opérateurs d'importance vitale », c'est-à-dire toutes les organisations qui ont une importance stratégique pour la nation. Ces organisations doivent mettre en place différentes dispositions de sécurité pour protéger les « missions vitales » qu'elles assurent.

Dans le domaine du nucléaire, compte tenu des enjeux, le niveau de protection qui est attendu de la part des opérateurs est particulièrement important. C'est une raison d'ailleurs pour laquelle il existe une réglementation dédiée à la sécurité nucléaire. Elle prévoit des autorisations, des inspections de contrôle et, si besoin, des sanctions sous l'autorité du ministre de la transition énergétique.

Ce qui est attendu de l'opérateur c'est bel et bien d'être capable de faire face à des attaques terroristes, en garantissant que les matières nucléaires ne pourront pas être

volées et que ses installations ne pourront pas faire l'objet d'un sabotage qui pourrait conduire à un accident nucléaire. Ce rôle est essentiel pour plusieurs raisons. D'abord, dans un domaine aussi complexe que le nucléaire, l'opérateur est le seul à même de pouvoir identifier les risques que pourrait faire peser une attaque terroriste. Il est également le mieux à même de détecter une menace terroriste, qu'il s'agisse de terroristes s'infiltrant dans son personnel ou au sein de ses prestataires. Il est aussi le mieux à même de détecter une attaque. Enfin, une attaque terroriste peut être fulgurante et il convient donc d'avoir des dispositions de sécurité sur le site pour y répondre sans attendre l'arrivée des forces de l'État. Ainsi, aujourd'hui, les sites nucléaires disposent de gardes armés, soit privés, soit publics comme dans le cas des centrales EDF où des pelotons de gendarmerie, entraînés et équipés pour des actions contre terroristes, assurent la protection, pour le compte d'EDF.

Un ingénieur dans le monde du contre-terrorisme nucléaire

Ainsi, en intégrant le Département de la sécurité nucléaire, au sein du Service du Haut fonctionnaire de défense et de sécurité, du ministère de la transition énergétique, j'ai découvert un monde que je ne soupçonnais pas.

Par beaucoup d'aspects, le travail du département ressemble au travail accompli dans les DREAL, les DRIETS et à l'ASN : procédure d'autorisation, inspection, sanctions... et j'y ai retrouvé aussi l'engagement personnel des agents pour faire progresser la protection de nos concitoyens, malgré des ressources limitées.

Mais j'ai découvert aussi le monde de la sécurité. Un monde où il faut savoir se mettre dans la peau du terroriste pour imaginer les scénarios d'attaque qu'il pourrait échafauder, afin d'y faire face. Ce point de vue peut être très déroutant au départ pour un ingénieur comme moi. On peut l'illustrer par quelques exemples.

En 2014, sur la centrale nucléaire de Doel, près d'Anvers en Belgique, une personne malveillante ouvre une vanne qui vidange l'huile de lubrification de la turbine. Sans lubrification, la turbine est détruite en quelques minutes ; ce qui provoque l'arrêt automatique du réacteur. Il n'y a aucune

conséquence sur les populations et dans l'environnement, mais le réacteur est arrêté pendant plusieurs mois. L'opérateur, les autorités belges et la population sont sous le choc. Le montant final des réparations et des pertes d'exploitation est estimé à 100 millions d'euros. L'enquête montrera que la vanne en question était bloquée par un cadenas. Mais le cadenas a été retiré par le malveillant. Celui-ci a également démonté le levier d'actionnement de la vanne et l'a replacé dans une position qui suggérerait que la vanne était fermée afin de retarder l'identification du problème et empêcher que la vanne soit refermée à temps. Le (ou les) malveillant(s) ne sera (seront) jamais retrouvé(s). Avant cet événement, l'opérateur n'avait pas identifié à quel point cette vanne pourrait lui coûter cher et n'imaginait sans doute pas pouvoir être la cible d'un sabotage. Le cadenas qui était en place avait seulement pour ambition d'éviter une ouverture par erreur...

Autre exemple cette fois dans le domaine aérien. En 2015, un copilote de la compagnie Germanwings provoque le crash délibéré de son avion, dans un acte suicidaire qui emmène avec lui tous les passagers et les membres de l'équipage. Pour cela, il profitera du fait que le pilote quitte la cabine et fermera la porte derrière lui. La porte ayant été consolidée pour empêcher tout accès au cockpit, à la suite du retour d'expérience des attentats contre le World Trade Center, l'équipage n'arrivera pas à revenir dans le cockpit pour maîtriser le copilote.

Avec ces deux exemples, on peut toucher du doigt comment des malveillants peuvent contourner les règles et les dispositifs mis en place, et même parfois utiliser à leur profit des dispositifs de sécurité.

Dans ce contexte, une fois intégrés ces modes de raisonnement, on comprend pourquoi les ingénieurs sont précieux dans le domaine de la sécurité nucléaire. En effet, leur formation leur facilite la compréhension des dispositions techniques et des organisations industrielles qui existent ; ce qui leur permet d'appréhender les scénarios d'attaque les plus complexes.

C'est sans doute une raison pour laquelle il y a autant d'ingénieurs au sein du Département de la sécurité nucléaire, aux côtés de spécialistes de la gendarmerie et d'anciens militaires. Ou devrais-je dire d'ingénieures ? Car l'équipe est désormais essentiellement féminine, là où je me serais au contraire attendu à un monde très masculin... là encore la sécurité nucléaire m'a surpris ! ■



LE MONDE CHANGE, LES TRAVAUX PUBLICS AUSSI
RENDEZ VOUS SUR KREABAT.FR



Nous réalisons
tous types
de couvertures
& façades.

Bardage métallique et composite



Couverture et bardage en zinc

ELIO
15, rue Pierre Nobel
45700 VILLEMAMDEUR

Tél. : 02 38 85 75 98
Email : ej@eliosas.com

Développeur
Constructeur
Exploitant



12 parcs éoliens
128 éoliennes construites
390MW en exploitation



CEF PLOMBERIE
FLUIDES



Plomberie Chauffage Ventilation Climatisation

CEF PLOMBERIE
Parc d'activités des Chauffours
62440 HARNES

laurent@cefplomberie.fr



03 21 40 74 07

SNF
WATER SCIENCE

www.snf.com
recrutement@snf.com

**Join us and act
for Responsible Chemistry**



Rejoignez-nous et agissez pour un monde durable.

SNF est un groupe de chimie de spécialité dont tous les produits contribuent soit à traiter, recycler, préserver l'eau, soit à économiser l'énergie et réduire l'empreinte carbone.

91% du chiffre d'affaires de SNF est aligné avec les Objectifs de Développement Durable de l'ONU.

Rejoignez-nous et contribuez à une planète plus propre. Pionnier de la chimie douce et des technologies responsables, le groupe est présent de longue date sur tous les continents, employant 7000 personnes dont 1500 en France.

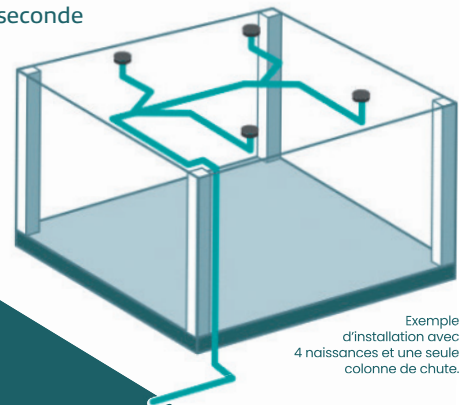
L'innovation et le mouvement vers un monde plus propre, plus sobre et moins carboné sont de formidables accélérateurs de la croissance de SNF qui a réalisé un chiffre d'affaires de 3,6 milliards € en 2021.



ÉVACUATION SYSTÈME SIPHOÏDE

Notre système vous offre des performances technologiquement 20 fois supérieures aux évacuations traditionnelles (gravitaires).

Ce procédé permet d'évacuer jusqu'à 7000 m² de toiture soit 350 litres d'eau de pluie par seconde et par réseau.



Exemple d'installation avec 4 naissances et une seule colonne de chute.

**ÉVACUER
350 LITRES D'EAU
PAR SECONDE ...
... MÊME PAS PEUR !**

FASYDE
ZI Les Jonquières - 8 rue Charles Picard - 57365 Ennery
Tel : +33 (0)3 87 72 56 84 - Fax : +33 (0)3 87 73 89 44
www.fasyde.fr

Les EPS : Comment quantifier le risque de fusion du cœur d'un réacteur ?

Introduction à la sûreté nucléaire

Avant de rentrer dans le vif de ce sujet technique, voici quelques points introductifs sur le secteur du nucléaire civil français. En France, il y a 56 réacteurs nucléaires répartis en 56 tranches (une tranche est un groupe de production turbine/alternateur tandis qu'un réacteur est composé d'un assemblage de combustible nucléaire) réparties dans 18 centrales nucléaires. La technologie, de « 2^{ème} génération » est commune à tous ces réacteurs, il s'agit d'eau pressurisée, qui est reprise, optimisée tant sur le rendement que sur la sûreté pour donner la « 3^{ème} génération » de réacteurs : les EPR. Areva (désormais Framatome et Orano) a déjà construit, avec EDF, 2 EPR en Chine (Taishan 1 et 2) et 1 EPR en Finlande (Olkiluoto 3), tous en fonctionnement à ce jour. De nombreux EPR supplémentaires sont en construction ou en projet. Il est désormais question d'installer une flotte supplémentaire d'EPR « 2 » en France, qui désigne en réalité une standardisation du design EPR déjà en service et en construction afin de diminuer les coûts.

C'est dans ce contexte de production à grande échelle d'électricité par procédé atomique qu'intervient la sûreté nucléaire, un vaste milieu tant admiré pour sa rigueur, son exhaustivité et son intransigeance que décrié pour son coût, les délais induits et l'indisponibilité de certains réacteurs (d'actualité notamment avec des réacteurs en arrêt à cause de corrosion sous contrainte des circuits d'injection

PARCOURS



Thibault LOPES
IMT Mines Alès, promo 2021

Ayant suivi le cursus spécialisé en énergie et environnement (EE), il s'est spécialisé dans la maîtrise des risques industriels avant de finaliser son cursus chez Framatome (ex Areva NP) en tant qu'ingénieur sûreté nucléaire dans les EPS. Ainsi, il a intégré l'entreprise Capgemini Engineering (ex Altran) en tant que consultant ingénieur sûreté nucléaire spécialisé dans les EPS. Il réalise depuis des études d'agression internes (toujours par le biais des EPS) chez Edvance (la fusion d'EDF et Framatome) pour les 2 réacteurs d'Hinkley Point C en construction en Grande Bretagne.

de sécurité en cours de réparation). La sûreté nucléaire est une forme de maîtrise du risque industriel (comme présenté dans le précédent numéro), appliquée à la réaction atomique tant spécifique sur son contrôle (thermique et réactionnel), sa détection et ses conséquences sur la

santé, environnementales et sociales. Elle s'applique sur l'ensemble des bâtiments d'une centrale (le bâtiment abritant le réacteur ou BR, le bâtiment d'entreposage du combustible ou BK, les bâtiments auxiliaires de sauvegarde et des locaux électriques/ventilation ou BAS/BL, les bâtiments diesel etc...) dont tous ont une fonction et des requis spécifiques. Enfin, avant d'arriver à l'échelle du composant (nommé ECS pour EDF Coding System), il existe les systèmes. Les systèmes classés pour la sûreté sont soit des systèmes auxiliaires qui permettent le fonctionnement normal du réacteur (comme le circuit de contrôle de la réactivité chimique et volumétrique ou RCV, ou encore le RRI qui constitue le refroidissement intermédiaire/secondaire) ainsi que les systèmes de sauvegarde, qui permettent de reconduire la tranche en état normal de fonctionnement en cas de quelconque écart incidentel ou accidentel (comme le circuit d'injection de sécurité ou RIS, ou les générateurs diesels principaux ou d'ultime secours EDG/UDG). C'est l'ensemble de ces systèmes (listés ici de manière non exhaustive) qui constituent la défense en profondeur d'un réacteur. En effet, ils possèdent des trains secours, plusieurs divisions, avec une diversification de technologie pour éviter les modes de défaillance communs, et sont couplés à plusieurs technologies de contrôle commande (automatisation des commandes) performantes ainsi qu'un ensemble strict de consignes de conduite pour les opérateurs. A cela se rajoute également les essais ou encore de nombreuses maintenances tout au long du cycle de vie du réacteur qui font de la filière nucléaire française un modèle international en terme de sûreté nucléaire.

Mais comment quantifier le risque nucléaire ?

Tous les requis et qualifications des systèmes et composants sont traités dans le domaine de la sûreté nucléaire déterministe et chaque bâtiment et système intervenant dans le contrôle de la réaction nucléaire possèdent des équipes d'ingénieurs dédiés à la tâche de maîtrise des risques. Il en est de même pour les agressions internes (incendie, inondation, explosion, ...) et externes (incendie, séisme, tornade, grand froid, sécheresse, ...). Ces ingénieurs ont pour objectif de traiter la fonction étudiée, toutes les éventualités d'écarts et les parades. Cette méthode très efficace de défense en profondeur est aujourd'hui couplée à l'étude probabiliste. Ces études apportent un éclairage probabiliste en donnant un ordre de grandeur des risques afin d'obtenir une idée encore plus précise des risques prépondérants dans un réacteur nucléaire. Il est en effet difficile en se limitant à l'approche déterministe de mesurer le risque associé à des défaillances multiples (c'est ce qui est arrivé lors de l'accident de Fukushima-Daïichi, avec des pertes de nombreuses sources électriques à la suite d'un séisme et tsunami, engendrant la perte du contrôle de la réactivité).

Les études probabilistes de sûreté (EPS) consistent à associer une fréquence (par année par réacteur /a/r) à un événement redouté. Il existe 3 niveaux d'EPS avec chacun un événement redouté propre, le niveau 1 (risque de fusion du cœur), le niveau 2 (risque de rejet radioactif dans la centrale), et le niveau 3 (risque de rejet hors centrale, avec critères dosimétriques sur l'environnement extérieur et les populations). Seul le niveau 1 est abordé ici.

Pour construire une EPS de niveau 1, chaque transitoire pouvant survenir dans un réacteur est étudié. Un transitoire est un événement indésirable pouvant survenir et mener à l'évènement redouté (ici la fusion du cœur). Il y a par exemple les brèches dans le circuit primaire (APRP pour accident perte de réfrigérant primaire), ou encore les ruptures de tuyauterie des générateurs de vapeur (RTGV) et d'autres de différentes familles accidentelles. Pour chacune de ces séquences, un enchaînement d'actions existe pour reconduire la tranche en état normal, et arrêter la réaction. Ces actions sont initiées par des opérations humaines ou automatiques, et utilisent les systèmes de sauvegarde introduits précédemment.

Elles sont étudiées dans les EPS et modélisées grâce à un arbre d'évènement. Un arbre d'évènement permet le calcul de la fréquence de fusion, en fonction des probabilités/fréquences d'échecs des différentes étapes permettant de reconduire la tranche en état sûr. L'illustration ci-dessous montre un arbre d'évènement simplifié pour le cas d'une fuite, qui représente notre transitoire indésirable pouvant mener à une fusion du cœur. Dans ce cas, la fréquence finale d'évènement redouté est la somme des 3 fréquences/probabilités des séquences qui mènent à une conséquence « F. » (failure de la mission). Seule la séquence avec une conséquence « N. » (neutre) ne présente pas de danger pour l'intégrité du cœur. (Cet exemple n'est pas représentatif de la réalité à des fins simplificatrices). L'arbre d'évènement se lit de gauche à droite.

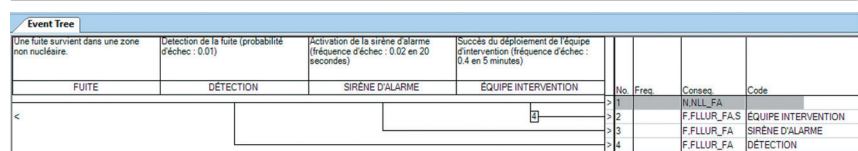


Fig. 1 : Représentation simplifiée d'un arbre d'évènement pour une fuite.

Chaque transitoire d'un réacteur possède ce type d'arbre d'évènement par état de la tranche et selon la gravité, localisation, cause... (Avec en moyenne plus d'une dizaine de missions de détection/mitigation contrairement à l'exemple ci-dessus).

Enfin, derrière chaque mission de sauvegarde se trouve une probabilité (ou fréquence si dépendant du temps) d'échec. Cette probabilité (ou fréquence) d'échec est en réalité calculée grâce à une modélisation précise de la mission de sauvegarde, qui peut être une action humaine, une défaillance d'un organe de sûreté (pompe, vanne, ...) ou encore du contrôle commande (de l'automatisation). Cette modélisation est la tâche la plus complexe et chronophage dans les EPS, car fait appel aux arbres de défaillance, tels qu'illustrés dans la figure ci-contre.

Les arbres de défaillances font appel à la logique booléenne et se lisent de haut en bas pour identifier les défaillances pouvant mener à l'échec de la mission (tout en haut de l'arbre). Ces arbres font appel aux portes « OU » et « ET » (réunir soit une condition ou une autre, soit devoir réunir les 2 en même temps). Enfin, les événements de bases sont ceux qui portent les paramètres connus : défaillance d'une pompe par rapport au temps selon des données de fiabilité (fréquence), probabilité d'échec d'une mission humaine (probabilité), défaillance mécanique par rapport au temps

d'une tuyauterie (fréquence). La logique de construction de l'arbre, les valeurs associées et les différents « chemins » pouvant mener à l'échec de la mission sont calculés, afin d'identifier les « chemins » de défaillance prépondérants ayant la plus haute fréquence (ou probabilité) d'échec associée. Ils permettent d'identifier les composants ou missions humaines ou automatisées les plus sensibles. Ce « chemin minimal », qui peut ressortir dans l'arbre de défaillance, mais également dans l'arbre d'évènement (fig. 1) pouvant alors mener à l'évènement indésirable (fusion du cœur) s'appelle la « coupe minimal » (minimal cut set en anglais) et est un outil puissant pour identifier les faiblesses (ou prouver la robustesse en cas de fréquence d'échec très basse) d'un design vis-à-vis d'un transitoire spécifique. Cette méthode simplifiée dans le cadre de l'article désigne la méthode de quantification du

risque induit par les événements internes pouvant survenir dans un réacteur nucléaire.

Aujourd'hui, afin de pouvoir démarrer un réacteur nucléaire, des critères quantificateurs sont à respecter et démontrer par le biais des EPS. Ce critère est, pour tous les risques confondus (somme des risques internes et induits par une agression interne ou externe) de 10⁻⁵ /a/r donc 1 (mal)chance sur 100 000 qu'une fusion du cœur puisse survenir par année et par réacteur. ■

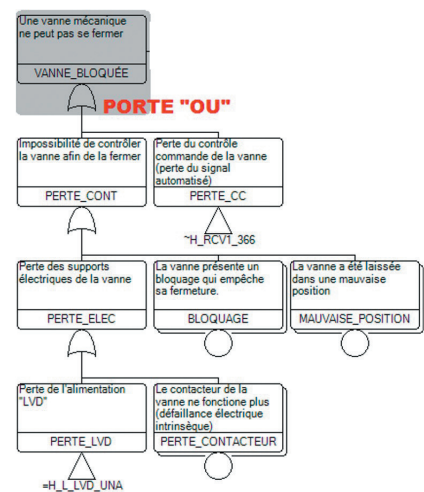


Fig. 2 : Arbre de défaillance simplifié associé à une mission de sauvegarde de fermeture d'une vanne.

Sécurité nucléaire : Focus sur les transports

La sécurité nucléaire, une responsabilité du ministère chargé de l'énergie

Le SHFDS (Service du Haut Fonctionnaire de Défense et de Sécurité) est, pour chaque ministère, le service régalién qui assume les responsabilités du ministre au titre du Code de la défense et du Code pénal, sous l'autorité du Secrétaire général, haut fonctionnaire de défense et de sécurité. Il définit et met en œuvre la politique de défense et de sécurité dans les domaines relevant des compétences du ministre. Au sein du SHFDS du ministère chargé de l'énergie, le Département de la Sécurité Nucléaire (DSN) élabore la réglementation de sécurité nucléaire, instruit et délivre les autorisations aux opérateurs nucléaires leur permettant ainsi de détenir et d'utiliser des matières nucléaires. Il assure également le contrôle de ces derniers, notamment au travers d'inspections. Il contribue par ailleurs à la représentation de la France dans les travaux internationaux de l'Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA).

Comme son homologue pour la sûreté (l'ASN), le département de la sécurité nucléaire est composé d'inspecteurs répartis dans les quatre missions du département : deux missions dédiées à la sécurité des installations nucléaires industrielles et de recherche, une mission dédiée à la sécurité des transports de matières nucléaires et une mission dédiée aux affaires internationales et réglementaires.

La répartition des installations nucléaires en France répond à des logiques d'aménagement du territoire et de sûreté et non pas à de sécurité. Ainsi, chaque

PARCOURS

Clément*

IMT Nord Europe, promo 2019

Elève ingénieur de l'industrie et des mines, il a intégré le département de la sécurité nucléaire en 2019, en sortie d'école. Il y est aujourd'hui inspecteur.

** Pour des raisons de discrétion professionnelle et de sécurité, le prénom de l'auteur a été modifié.*

année, de nombreux transports de matières nucléaires sont effectués entre les différentes installations à travers le pays. Tous ne sont pas escortés et leur niveau de protection est adapté à la sensibilité des matières transportées. Toutefois, ils font l'objet d'un suivi particulier par les ministères de la transition énergétique et de l'intérieur.

Les transports : un cadre réglementaire strict

En France, les transports de matières nucléaires sont soumis à un régime d'autorisation strict.

Trois niveaux d'autorisation existent :

- **Au niveau de l'entreprise**, qui doit déposer, tous les 5 ans, un dossier d'autorisation décrivant son organisation courante et de crise. L'instruction de ce dossier est assurée par les services du ministère chargé de l'énergie ;

- **Au niveau du vecteur de transport**, qui doit posséder des équipements spécifiques faisant l'objet d'un contrôle technique par l'institut de radioprotection et de sécurité nucléaire (IRSN), l'appui technique du ministère chargé de l'énergie. Ces contrôles sont réalisés à la demande et sous le contrôle du ministère ;

- **Au niveau du transport**, qui fait l'objet d'une demande d'accord d'exécution décrivant ses caractéristiques, et notamment ses plans de protection.

Les inspections de ces transports comportent une partie réglementaire (contrôles des équipements de sécurité et de la documentation à bord) et une partie organisationnelle, visant à contrôler la culture de sécurité et la bonne application des procédures par les agents de surveillance et les conducteurs des convois. Les inspecteurs, assermentés, constatent les éventuels écarts et anomalies et adressent ensuite aux différentes directions des transporteurs autorisés un courrier récapitulatif des demandes de mise en conformité auxquelles elles doivent se conformer.

Des partenariats nécessaires

Ces différentes inspections sont aussi l'occasion de repérer de bonnes pratiques pouvant conduire à des évolutions réglementaires. Dans ce contexte, la mission transport du DSN organise des inspections croisées sur les transports et des échanges réguliers avec différents partenaires étrangers (Belgique, Allemagne, Royaume-Uni notamment).

Au niveau international, l'autorité française organise régulièrement des inspections,

avec ses homologues des autres pays européens. Une coopération informelle a par ailleurs été mise en place dans le cadre de ENSRA (European Nuclear Security Regulators Association). En 2021, une série d'inspections a été conduite dans les Hauts-de-France par l'autorité française, en collaboration avec l'autorité belge sur plusieurs transports routiers, ferrés et maritimes. D'autres inspections sont prévues avec les autres pays de cette association de régulateurs dans les années à venir, avec toujours le même objectif : partager les bonnes pratiques tout en laissant à chaque Etat la pleine et entière responsabilité de sa défense et de sa sécurité.

Le DSN entretient également des relations de confiance avec différents acteurs des transports et du nucléaire, locaux et nationaux. C'est le cas par exemple des plateformes maritimes et aériennes françaises concernées par les transports de matières nucléaires. Le DSN joue alors pleinement son rôle de conseil et de soutien aux acteurs du terrain qui font régulièrement remonter à l'autorité des informations essentielles et des propositions d'améliorations.

Le DSN entretient également des relations de confiance avec les différents transporteurs, ce qui lui permet d'avoir des échanges francs et constructifs à même de faire progresser efficacement la sécurité dans son ensemble.



Une relation de confiance à établir également sur le terrain

La principale difficulté de ces inspections de sécurité des transports est d'établir une relation de confiance entre l'équipe d'inspection et le personnel sur le terrain. L'autorité de sécurité nucléaire doit se mettre dans une posture pédagogique et comprendre les contraintes des acteurs logistiques. Ces inspections permettent également d'améliorer les conditions de travail des employés des entreprises contrôlées en proposant des modifications concernant les équipements, le positionnement ou la formation individuelle.

Les évolutions du contrôle

En plus de ces inspections, le DSN organise annuellement des exercices de contrôle inopiné. Cela a été le cas en 2021 avec un transporteur allemand qui a été confronté pendant une journée à un exercice de gestion de crise de haute intensité sur un transport (virtuel) de matières nucléaires subissant une attaque sur le territoire français. Pour plus de réalisme, cet exercice a été organisé avec les échelons locaux et nationaux du ministère de l'intérieur et les organismes en charge de la sûreté nucléaire. Il a également été l'occasion de confronter le transporteur à une mise sous pression médiatique légère, par la

demande d'informations diffusables et de communiqués de presse. Pour les prochaines années, le DSN envisage de monter en puissance et de multiplier le nombre d'acteurs avec pour objectif d'augmenter le réalisme des scénarios d'exercices proposés.

Le DSN participe également à l'entraînement et à la formation des transporteurs. A l'occasion d'inspections aux différents sièges des transporteurs pendant 2 à 3 jours, le DSN observe les différentes formations et mises en situation organisées. ■

Le nucléaire : enjeux et perspectives

La sûreté

Wano

Qu'est-ce qu'est WANO ?

WANO est une association à but non lucrative qui a pour mission de maximiser la sûreté et la fiabilité des centrales nucléaires dans le monde entier. Les membres de WANO sont les différents exploitants de réacteurs nucléaires commerciaux dans le monde qui travaillent ensemble pour évaluer, comparer et améliorer les performances de chaque centrale en échangeant des informations, en se soutenant mutuellement. Le but étant de créer une émulation des meilleures pratiques.

L'association a été créée à la suite de l'accident de la centrale de Tchernobyl de 1986. Cet accident a conduit à une véritable prise de conscience de la part des différents exploitants de centrales nucléaires. Ils ne pouvaient plus travailler uniquement à échelle d'une entreprise ou d'un pays car un événement qui survient dans n'importe quelle centrale peut avoir des répercussions sur l'ensemble des centrales dans le monde. C'est dans ce but que les dirigeants des réacteurs nucléaires commerciaux dans le monde ont mis de côté leurs différences concurrentielles et régionales et se sont réunis pour créer l'Association mondiale des exploitants nucléaires, ou WANO.

WANO a beaucoup évolué depuis sa réunion inaugurale à Moscou le 15 mai 1989. Aujourd'hui, elle représente plus de 130 membres qui exploitent plus de 450 réacteurs nucléaires civils dans le monde. La particularité est que le personnel de WANO est majoritairement composé de personnel détaché par les différents exploitants. Il rejoint l'association pour une période plus ou moins longue. L'association est basée à Londres avec des centres à Paris, Tokyo, Moscou et Atlanta et un bureau à Shanghai.

Attention, il ne faut pas confondre WANO avec un organisme de réglementation comme l'ASN.

PARCOURS



Florent SPRUYT

IMT Nord Europe, promo 2009

Chef d'exploitation chez EDF, détaché auprès de WANO (World Association of Nuclear Operators).

Pour aider les exploitants, WANO s'appuie sur plusieurs « produits » détaillés ci-dessous :

1. La Peer Review :

C'est un examen indépendant de la performance en terme de sûreté nucléaire et de fiabilité d'une centrale. A l'issue, des forces et des axes d'améliorations sont identifiés ce qui permettra à la centrale de progresser. Cet examen dure trois semaines et est mené tous les 4 ans par une équipe indépendante composée de pairs de l'industrie (collègues provenant d'autres centrales dans le monde). Au bout de deux ans, un suivi du plan d'action de la centrale pour travailler sur les axes d'amélioration est également réalisé (Follow-Up).

2. Analyse des performances

WANO réalise également une analyse des performances de l'ensemble des centrales dans le monde.

Premièrement au travers d'un indicateur qui reflète la performance des membres : le WANO index. Il est élaboré à partir d'indicateurs clefs de la vie d'une centrale (Production, accidentologie, etc...). Mais également au travers du partage d'expérience. L'ensemble des membres

(exploitants) partagent ouvertement leur expérience (événements, ...) et leurs données avec WANO. Pour certains événements marquants, WANO rédige une analyse et un rapport spécifique avec des séries de recommandations (SOER) pour les membres.

3. Member Support Mission

En cas de besoin, une centrale peut demander à WANO de l'aide pour travailler sur un sujet particulier. Une équipe WANO est alors constituée en fonction de leur expertise dans le domaine et se rend sur place pour examiner la problématique et proposer des solutions adaptées.

4. Programme de formation et de développement

WANO organise également des activités spécifiques comprenant des ateliers, des séminaires, des cours de formation et des cours de leadership pour permettre au personnel des membres d'accroître leurs compétences en matière de leadership ou sur des sujets spécifiques.

Ce que je fais à WANO

Après 12 ans en centrale nucléaire en France pour EDF en tant qu'ingénieur, puis en tant que responsable d'exploitation, j'ai ressenti le besoin de prendre du recul sur mes pratiques de travail. De même, j'avais l'envie de me confronter à d'autres pratiques et d'autres cultures. EDF m'a ainsi offert l'opportunité de rejoindre WANO pour une mission de trois ans. Cela fait maintenant 1 an et demi que j'ai rejoint WANO.

Depuis peu, WANO cherche à se rapprocher des différents exploitants pour encore gagner en efficacité et proposer des solutions plus adaptées aux besoins de ceux-ci. Je suis affilié à plusieurs centrales dans différents pays (Espagne, Suède,...). J'accompagne ces centrales plus particulièrement dans le

domaine de l'exploitation c'est-à-dire de la conduite de l'installation. Ensemble, nous essayons de déterminer les axes qui leurs permettront de gagner encore en performance dans ce domaine.

D'un autre côté je participe également à des Peer Review. Je suis plus particulièrement responsable de l'examen du domaine « exploitation » dans les Peer Review auxquelles je participe. Je me concentre sur la performance des équipes qui sont aux commandes de la centrale. Dans ce cadre, WANO organise également des observations sur simulateur des équipes de conduite. Je suis également amené à diriger une équipe d'experts lors de ces observations sur simulateurs (CPO).

Ce qui me plaît particulièrement c'est que je me retrouve face à des situations toujours très diverses, chaque centrale est différente avec des aspects culturels très distincts. Dans ce genre de situations, il est important de rester humble et de ne pas essayer de transposer des solutions toutes faites. Il faut s'immerger dans la culture pour vraiment comprendre les difficultés et proposer des solutions adaptées. J'aime également l'approche très pragmatique de WANO. Nous ne nous concentrons pas sur les processus mais vraiment sur la performance et ce qui se passe sur le terrain. Comme on aime à dire chez WANO « *Ce qui est différent, n'est pas forcément mauvais* ». Enfin, j'ai également l'opportunité d'évoluer au sein de l'association ce qui me permet également d'augmenter mon propre niveau de compétences. Je vais par exemple prochainement évoluer pour travailler plus particulièrement sur les problématiques d'organisation et de leadership au sein des centrales. ■



RIAL



TRANSFORMATION DES THERMOPLASTIQUES

L'expérience des Matières Plastiques :
TECHNOLOGIE - COMPÉTENCE - SERVICE

ACTIVITÉS COMPLÉMENTAIRES :

- Surmoulage d'inserts tous types ■ Décoration, Marquage, Peinture
- Industrialisation des productions ■ Assemblage

SECTEUR D'ACTIVITÉS

- Aéronautique
- Automobile
- Appareillage Optique
- Cosmétiques
- Éclairage Public
- Électrotechnique
- Médical
- PLV ...

ZI du Moulin à Vent 45250 BRIARE
02 38 31 39 50 - www.rial-injection.fr

GRUPE
SNEF

Groupe SNEF – 70 implantations en France et dans 20 pays
Groupe indépendant près de 10 000 salariés
Siège social : Marseille

Spécialités

- Distribution HT/BT • Courants forts • Instrumentation
- Courants faibles • Systèmes de sécurité • Maîtrise d'ouvrage TCE
- Maintenance Multi Sites – Multi Techniques
- Maintenance Industrielle et Tertiaire • Atelier de contrôle et mesures
- Génie Climatique • Energies renouvelables • Télécommunications
- Eclairage public • Illuminations de fin d'année
- Réseaux Secs • Vidéo surveillance • Contrôle d'accès
- Gestion Technique Centralisée

Agence de Dunkerque
Z.A.C. du Pont Loby
Rue du Luxembourg
B.P. 6357
59 379 Dunkerque
Tél. 03 28 25 13 14
Fax 04 91 61 50 88

Agence de Dunkerque
Reseaux Urbains
Z.I. de Petite-Synthe
363, Avenue de la Dordogne
59 640 Dunkerque
Tél. 03 28 58 17 50
Fax 03 28 58 91 92

Agence de Lille - Connect
Parc de la Haie
440 Rue de la Haie Plouvier
CRT de Lesquin
59810 LESQUIN
Tel. 03.62.14.50.63
Fax 03.62.14.50.64

Centre de Travaux de Boulogne sur Mer
Z.I. du Valigot
Bd du Valigot
B.P. 6357
62630 ETAPLES
Tél. 03 21 84 19 34

Centre de Travaux de Douai
Z.A.C. de «La Haute Rive»
59 553 Cuincy
Tél. 03 27 08 24 00
Fax 03 27 08 24 01

Agence de Valenciennes
Parc d'Activités de l'Aérodrome Ouest
59174 La Sentinelle
Tel : 03.27.28.48.48
Fax : 03.27.28.48.42

Prendre sa voiture ou pas, covoiturer, emprunter des bus sur voies dédiées, combiner les modes...

APRR INNOVE POUR LES NOUVELLES MOBILITÉS

REJOIGNEZ LE MOUVEMENT



voyage.aprr.fr



CONSTRUIRE UNE CARRIÈRE QUI FAIT SENS

Éditeur de logiciels, InterSystems développe un socle technologique et des solutions applicatives permettant à ses clients - entreprises ou organisations - d'exploiter tout le potentiel de leurs données, de gagner en rapidité et en efficacité dans leur travail quotidien, de prendre des décisions de façon éclairée et optimale.

Robustes, fiables et efficaces, les solutions InterSystems améliorent la performance des entreprises et organisations ainsi que l'expérience de leurs clients/patients.

Vous souhaitez donner un nouvel élan à votre carrière, développer vos connaissances pratiques dans le cadre de l'alternance ou de stages et rejoindre des équipes engagées et talentueuses, consultez nos offres d'emplois.

Rejoignez l'aventure InterSystems !

EN SAVOIR PLUS

intersystems.com/who-we-are/careers/

POUR NOUS CONTACTER

emearecruitment@intersystems.com

**ENVIE
D'EXCELLENCE
ET DE CHALLENGES ?**

Rejoignez notre équipe de professionnels des technologies de l'information et de la santé

InterSystems®
Creative data technology

Nous recrutons différents profils :

SYSTEMS MANAGEMENT SPECIALISTS

DEVELOPERS

SALES ENGINEERS

SALES MANAGER – DATA PLATFORM

TECHNICAL APPRENTICES

Rejoignez-nous !





30 années d'expérience

Nos Références

- Aéroport : Nice, Marignane, Roissy Charles de Gaulle ,Toulouse
- Conservatoire d'Aix
- Atrium Auchan Ajaccio
- La prison de Luynes (13)
- Tribunal de grande instance de Bordeaux
- Village des marques Miramas

Moyens

- 40 compagnons compétents
- 20 véhicules d'intervention sur chantier



Certification QUALIBAT « RGE »
7121 - 7142



GESTION DES DOSSIERS CEE

↳ Isolation thermique par projection

↳ Protection incendie par projection

↳ Joints coupe-feu

↳ Isolation soufflée des combles :
laine de verre, laine de roche, ouate de cellulose

↳ Vides sanitaires flocage

↳ Cave sous sol et garage



Nos agences Avignon (84) Tél.06 38 97 35 18 - Beaucaire (30) Tél.04 66 59 64 63 - Montpellier (34) Tél.06 16 05 28 84

Nos Partenaires



EBS ISOLATION®



antargaz

ISOVER
SAINT-GOBAIN



"Nos savoir-faire à votre service . . ."

5, avenue du Pont Gris — ZA du Courneau II — 33610 CANEJAN — 05.56.26.79.17

E2M

E2M
C.V.C

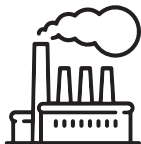
E2M
TERTIAIRE

LAMARCHE
ELECTRICITE

LASSERRE

SEEA

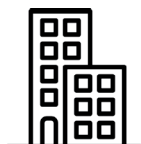
NOS DOMAINES D'ACTIVITÉ



Electricité
Industrielle



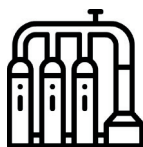
Automatisme



Electricité
Tertiaire



Climatisation
Ventilation
Chauffage



Chaudronnerie
Filtration



Plomberie

NOS IMPLANTATIONS



SUIVEZ-NOUS !



Groupe E2M



www.e2m-groupe.fr



Concessionnaire VOLVO
Construction Equipment



Concessionnaire CASE IH



Concessionnaire DEUTZ FAHR



WWW.KM-GROUP.FR



IT-Réseaux

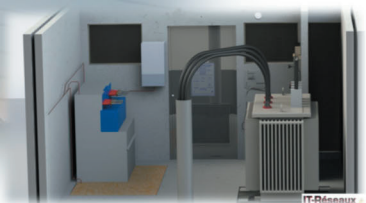
Ingénierie Technique Réseaux

Prestataire
localisation réseaux

Détection
BUREAU VERITAS
Certification



- ◆ Etudes de distribution d'énergie [électricité & gaz]
- ◆ Assistance à maîtrise d'œuvre pour la réalisation des réseaux de distribution
- ◆ Etudes des colonnes électriques neuves ou entièrement rénovées
- ◆ Modélisation 3D
- ◆ Plan de balisage et déviation pour vos chantiers
- ◆ Détection des réseaux enterrés
- ◆ Plan de recollement géoréférencé



IT RESEAUX

Les Aralias – Bât M – PARIS NORD 2
66 rue des Vanesses - 93420 VILLEPINTE

Tél. 06 77 42 46 32—stephane.banville@it-reseaux.fr

SIRET: 517 449 625 00030 - APE: 7112B - SARL au capital de 500 000 €

TRAVAUX PUBLICS ET PARTICULIERS



ZAE, les Bruilles NORD
RD 50
59278 Escoutpont

ASSAINISSEMENTS & VRD
(EU - EP)

Tél. 03 27 19 10 80
Fax : 03 27 41 94 97
Email : accueil@sasstbm.fr



CB4Tech, l'intelligence artificielle de proximité avec l'homme.

Démarré en 2019, CB4Tech est un bureau d'étude de développement de circuits électroniques et d'informatique embarquée à échelle humaine.



CB4Tech est une entreprise d'experts en développement électronique et informatique embarquée, un projet avant tout humain soucieux de l'environnement, Lauréat « impact you » dans la démarche RSE.

CB4Tech évolue et propose maintenant deux activités.



En alignement avec son savoir faire CB4Tech propose ses services d'études et d'accompagnement auprès des entreprises et des startups désireuses de passer leur prototypes en version industrielle.



Développe ses propres produits innovants de proximités intelligentes dont les premiers seront réalisés au cours du second semestre 2022, en particulier « Proxitruck », un anti-vol de carburant pour poids lourds et engins de chantiers, ce projet est sponsorisé par des aides à l'innovation de la région Occitanie.



Aujourd'hui, il est primordial de créer un environnement de travail positif, d'être à l'écoute de chacun, pour concevoir des produits responsables et humains en privilégiant les circuits courts et la dynamique des entreprises locales.

Claude Bureau - Ancien élève de l'école de IMT Mines Alès - CEO CB4tech



Le nucléaire : enjeux et perspectives

Différentes technologies

L'article suivant a été publié le 16 décembre 2019 sur IMTech, le blog de l'actualité scientifique et technologique de l'IMT (www.imtech.wp.imt.fr). Nous reproduisons ci-dessous cet article, avec l'aimable autorisation de Benjamin VIGNARD, Responsable du pôle Information et communication scientifiques.

Astrid

Un projet nucléaire part en fumée

L'abandon du projet Astrid marque un tournant pour l'industrie du nucléaire en France. C'était le projet d'un réacteur nucléaire « *plus sûr, plus performant, plus durable* », mais demandant dès lors des financements conséquents. Stéphanie Tillement, chercheuse à IMT Atlantique, a étudié l'impact de Fukushima sur la filière nucléaire. Elle s'est notamment penchée sur les raisons ayant mené à l'abandon du projet Astrid, en prenant en compte l'histoire complexe du nucléaire et ses évolutions dans les sphères publique et politique.

« Fraîchement diplômé », la notion de risque industriel me semblait évidente

Depuis les premiers pas du nucléaire, la France s'est positionnée comme l'un des leaders mondiaux, tant au niveau de la recherche que de la production d'énergie. En ce sens, l'abandon du projet Astrid en août dernier marque un renoncement à ce positionnement de chef de file. Astrid (*Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration*) devait être le premier démonstrateur industriel français d'un réacteur dit de « 4^e Génération ». La technologie choisie était celle des réacteurs à neutrons rapides (RNR) refroidis au sodium. Aujourd'hui, le parc français est composé de 58 réacteurs à eau pressurisée,

de 2nde génération, fonctionnant avec des neutrons « ralentis ». Astrid, en tant que RNR, offrait la promesse d'une énergie plus durable : il devait pouvoir utiliser comme combustible l'uranium appauvri et le plutonium issus de l'exploitation du parc actuel, et donc être beaucoup moins consommateur en uranium naturel.

Dans le cadre du projet de recherche AGORAS, Stéphanie Tillement, chercheuse à IMT Atlantique, s'est penchée sur les répercussions de l'accident de Fukushima sur le monde du nucléaire. Cela l'a amenée à étudier le projet Astrid, et en particulier sa trajectoire difficile. « *Très vite, nous avons écarté le lien avec Fukushima* » révèle la

Site du CEA à Marcoule, où devait être implanté ASTRID. ©kmaschke



chercheuse. « *Les difficultés rencontrées par Astrid ne sont pas liées à un changement de paradigme post-catastrophe. Les raisons de son abandon sont endogènes à la filière et son histoire.* » Et les raisons financières, bien que non négligeables, ne suffisent pas à l'expliquer.

Une histoire tumultueuse

Dans les années 2000, le département de l'Énergie des États-Unis lance le Forum International Génération IV, pour développer une coopération internationale sur les nouveaux concepts de réacteurs nucléaires. Parmi les 6 concepts choisis par ce Forum comme les plus prometteurs, la France se centre sur le réacteur refroidi au sodium, un projet qui sera lancé en 2010 sous le nom d'Astrid. Si le pays préfère ce concept, c'est notamment parce que trois réacteurs français de cette technologie ont déjà été construits auparavant. Cela dit, aucun n'a été exploité à l'échelle industrielle, et cette technologie n'a pas dépassé le stade du prototype. Le premier, c'était Rapsodie, purement dédié à la recherche. Le deuxième, Phénix. Intermédiaire, il devait produire de l'énergie mais restait un réacteur expérimental, loin d'une échelle industrielle. C'était le rôle de Superphénix, le troisième, d'être le premier de série de cette nouvelle filière industrielle française. Mais, dès le début, il connaît des périodes de mise à l'arrêt suite à plusieurs incidents. En 1997, Lionel JOSPIN annonce son arrêt définitif.

« *Cette décision sera grandement critiquée par les acteurs du monde nucléaire* » souligne Stéphanie Tillement, « *qui lui reprocheront de se fonder sur de mauvaises raisons.* » Alors en campagne, Lionel Jospin s'allie au parti Les Verts, ouvertement en faveur du démantèlement de la centrale. « *Son arrêt brutal sera très mal vécu et ruine tous les espoirs de passage à une échelle industrielle. Superphénix devait être le premier d'une grande lignée, et certains s'en souviendront comme 'une cathédrale dans le désert'* ». Cela dénote aussi l'opinion publique sur le nucléaire : une filière recevant de plus en plus de méfiance et de contestation.

« *Pour beaucoup d'acteurs du nucléaire, notamment au CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives), Astrid portait l'espoir de faire revivre cette technologie très prometteuse* » poursuit la chercheuse. L'un des grands avantages, c'est la possibilité d'un cycle du nucléaire

fermé. Cela offre la capacité de recycler les matières nucléaires issues du parc actuel, comme le plutonium, pour l'utiliser comme combustible dans les réacteurs. « *Dans ce cadre-là, l'abandon d'Astrid, pourrait, à long-terme, remettre en question l'existence même de l'usine de retraitement de la Hague* », précise-t-elle. Cette usine traite le combustible usé, dont une partie (le plutonium notamment) est réutilisé dans les réacteurs, sous la forme de combustible MOX. « *Sans réacteur capable d'utiliser de façon efficace les matières retraitées, il devient difficile de justifier son existence* ».

A lire également sur l'MTech : Stratégie MOx : quelle incidence sur le parc nucléaire français ?

« *Dès le début, nos entretiens montrent que les acteurs d'Astrid ont eu des difficultés à définir précisément le statut du projet* » indique Stéphanie Tillement. Le concept défendu lors de la demande de financement, c'est un démonstrateur industriel. L'objectif est alors de construire, sur un planning assez court, un réacteur capable de produire de l'énergie à grande échelle avec une technologie pour laquelle on dispose d'un retour d'expérience non négligeable. Mais pour le CEA, Astrid est aussi un projet de recherche, pour améliorer la technologie et développer de nouvelles options de design. Et cela requiert beaucoup plus de temps. « *Plus le projet avance* » ajoute la chercheuse, « *plus le CEA s'oriente vers une approche de recherche et développement. Le concept s'éloigne des réacteurs précédents et son développement en est retardé. Lorsqu'ils ont dû présenter la feuille de route en 2018, le projet était à un stade de 'basic design' et demandait encore beaucoup de travail, en conception, mais aussi pour démontrer le respect des exigences de sûreté nucléaire* ».

Un projet arrêté, ou reporté ?

Stéphanie Tillement l'affirme, « *le projet Astrid, tel qu'il était initialement présenté, est définitivement abandonné* ». Les travaux sur la technologie sodium sont supposés se poursuivre, mais la construction d'un éventuel démonstrateur de cette technologie, elle, est reportée à la deuxième moitié du XXI^e siècle. « *C'est un choix pensé sur le court-terme* » insiste-t-elle. L'uranium, utilisé pour faire tourner les réacteurs,

est peu cher aujourd'hui. Il n'est donc pas nécessaire de se tourner vers des ressources plus durables, du moins pas encore. Mais l'arrêt du projet Astrid met en péril les compétences acquises sur cette technologie. Bien que certains travaux de recherche puissent subsister, ils ne suffisent pas à maintenir le savoir-faire industriel en développement de nouveaux réacteurs, et les connaissances dans ce secteur pourraient bien se perdre. « *Le processus de réapprentissage de connaissances perdues* » complète-elle, « *est finalement aussi coûteux que de partir d'une feuille blanche* ».

Un choix à court-terme donc, misant plutôt sur les EPR, les réacteurs de 3^e génération. Seulement, la construction à Flamanville d'un réacteur de ce type fait face elle aussi à son lot d'obstacles. Selon Stéphanie TILLEMENT « *les difficultés rencontrées par le projet Astrid ont des similitudes avec celles du projet d'EPR* ». Pour obtenir les financements de tels projets, les acteurs du nucléaire cherchent à s'aligner avec les temporalités courtes du monde politique. Or, un planning serré est au final très peu réaliste, et non cohérent avec les temporalités de développement de technologies nucléaires, encore moins lorsqu'il s'agit d'un premier de série. Cela met les projets nucléaires en difficulté : ils accumulent du retard et leur budget s'envole. Ce qui, *in fine*, rend les politiques plutôt frileux à l'idée de financer ce type de projet. « *C'est un cercle vicieux dans lequel s'embourbe le nucléaire* » résume la chercheuse, « *dans un monde de moins en moins favorable à ce secteur* ».

Cette décision s'ancre également dans une stratégie énergétique du gouvernement. Dans les grandes lignes : l'État a annoncé une réduction à 50 % de la part du nucléaire dans le mix énergétique de la France, en faveur des énergies renouvelables. « *Le problème* » souligne Stéphanie TILLEMENT, « *c'est que nous n'avons que les grandes lignes. S'il y a une stratégie politique sur les questions nucléaires, elle reste floue. Et il n'y a pas de positionnement à long-terme, c'est une manière de laisser les choix aux futurs décideurs. Mais ne pas choisir, c'est aussi un choix. Ne pas se lancer maintenant dans le développement de technologies qui nécessitent du temps pour être au point, c'est peut-être, implicitement, renoncer à le faire un jour. Ce qui pousse certains à considérer un peu cyniquement que les politiques se disent peut-être que lorsqu'on en aura besoin, on achètera la technologie nécessaire à d'autres puissances (Chine, Russie) qui elles, l'auront développée* ». ■

Le nucléaire : enjeux et perspectives

Différentes technologies

L'article suivant a été publié le 30 mars 2022 sur Polytechnique Insights, la revue de l'Institut Polytechnique de Paris (<https://www.polytechnique-insights.com>). Nous reproduisons ci-dessous cet article, avec l'aimable autorisation de Viviane RODRIGUEZ, Responsable Marketing.

Petits réacteurs : le monde des SMR en ébullition

Les petits réacteurs nucléaires modulaires (SMR) peuvent-ils nous aider à atteindre nos objectifs en matière de réduction d'émissions de gaz à effet de serre ? Pour de nombreux pays, l'énergie nucléaire représente une solution en général et les SMR en particulier, car ils sont potentiellement plus sûrs et, en principe, plus rapides et moins chers à construire que les réacteurs nucléaires classiques.

Les SMR, moins chers et plus flexibles

Selon l'Agence internationale de l'énergie atomique (IAEA)¹, il existe aujourd'hui 443 centrales nucléaires en service dans le monde. Cinquante de plus sont également en construction dans 19 pays. La plupart d'entre elles sont de « grosses » centrales conventionnelles qui produisent plus d'un gigawatt d'électricité (GWe). Cependant, leur construction prend des décennies et coûte des milliards de dollars.

La fission étant une technologie d'échelle, elle peut être appliquée à la construction de réacteurs plus petits, définis comme ayant une puissance typique de 300 MWe. Moins grands et moins chers, ces SMR peuvent être construits en usine, puis transportés en modules vers les sites d'installation. Des « microréacteurs » ultra-compacts sont même en cours de conception. Ces derniers auront une puissance de seulement à 20 MWe et seront encore plus faciles à transporter. Ces réacteurs pourraient être

PARCOURS



Renaud CRASSOUS
Diplômé de l'École Polytechnique, promo 1997
Directeur du projet SMR pour EDF.

utilisés, par exemple, pour produire de la chaleur dans des applications industrielles telles que la fabrication de l'acier, pour alimenter en électricité des communautés vivant dans des zones reculées et pour soutenir le réseau électrique principal.

Les projets SMR dans le monde

Selon l'Agence internationale de l'énergie atomique (IAEA), il existe actuellement environ 70 projets SMR dans le monde, avec une grande variété de conceptions et de technologies avancées à l'étude. Il s'agit notamment de très petits réacteurs, de réacteurs à eau pressurisée, de réacteurs à eau bouillante, de réacteurs à sodium, de réacteurs à sels fondus et de réacteurs à gaz. Les produits développés à partir des réacteurs de génération III et III+ seront prêts d'ici 2030, car ce sont les technologies les plus matures à l'heure actuelle.

Les SMR en France

En France, le CEA, EDF, Naval Group et TechnicAtome travaillent ensemble sur le Nuward SMR, une technologie de réacteur

à eau pressurisée (ou PWR pour *pressurized water reactor*) conçue pour répondre aux besoins croissants du marché mondial de l'électricité décarbonée compétitive dans le segment des 300-400 MWe. Le projet est en phase de conception préliminaire et sera étendu aux acteurs européens lors des phases suivantes.

L'idée de travailler sur des petites centrales électriques n'est pas nouvelle en soi. TechnicAtome, responsable de la conception de Nuward, développe depuis près de cinquante ans des réacteurs compacts, notamment pour la propulsion navale (sous-marins, porte-avions).

À l'origine, les SMR étaient destinés à amener de l'électricité dans des zones géographiques isolées - un marché forcément limité. Plus récemment, EDF a avancé l'idée de remplacer les centrales à charbon (il y a plus de 3 000 unités à remplacer) par de petits réacteurs. Les centrales à charbon fermeront progressivement au cours des prochaines décennies pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de carbone. Il s'agit d'un marché beaucoup plus important qui offre la possibilité de construire une série de réacteurs, intéressant car cela permettrait de réduire le coût d'une centrale électrique - un avantage concurrentiel non-négligeable.

En outre, dans certaines régions du monde, le réseau électrique ne permet tout simplement pas l'installation de grandes centrales électriques en raison des coûts élevés et du temps nécessaire pour modifier le réseau local. La possibilité d'installer un SMR, au lieu, par exemple, d'une centrale à charbon, qui peut être raccordée au réseau existant est, en principe, plus simple. C'est donc ce marché qui est visé en premier lieu par les SMR.

« Il y a une effervescence dans le domaine de la R&D et du développement industriel des SMR,

comme on n'en a pas vu depuis des décennies dans le monde du nucléaire », déclare Renaud Crassous directeur du projet SMR chez EDF.

« Ce qui est également frappant dans cette évolution, c'est que ce ne sont pas seulement les entreprises nucléaires historiques qui s'impliquent activement, mais aussi un certain nombre de start-ups qui veulent se lancer dans le nucléaire. Avec cela, il y a aussi l'identification potentielle de nouveaux clients et de nouvelles utilisations de l'énergie nucléaire en général. »

Le développement de la technologie SMR en France

L'expérience industrielle de la France en matière d'énergie nucléaire sera un avantage certain dans certaines phases du développement des SMR. Le Plan France 2030 du gouvernement aura également un impact sur la stratégie de développement de Nuward puisque les subventions seront de l'ordre d'un milliard d'euros pour les SMR en général.

Le consortium Nuward travaille actuellement sur la conception de son projet. Cette phase, qui s'achèvera fin 2022, comprend l'élaboration de plans architecturaux complets de la centrale et la réalisation de choix importants pour définir la sûreté du réacteur. Ces choix seront ensuite soumis aux autorités de sûreté compétentes. Viendra ensuite la phase de conception de base au cours de laquelle tous les composants de la centrale seront détaillés, spécifiés puis commandés aux fabricants. Un premier réacteur devrait être opérationnel en 2030.

L'installation d'une première série de réacteurs Nuward sur le sol français

En bref

Selon l'Agence internationale de l'énergie atomique (IAEA), il existe aujourd'hui 443 centrales nucléaires en service dans le monde. Cinquante de plus sont également en construction dans 19 pays.

En France, le CEA, EDF, Naval Group et TechnicAtome travaillent ensemble sur le Nuward SMR, une technologie de réacteur à eau pressurisée conçue pour répondre aux besoins croissants du marché mondial de l'électricité décarbonée.

À l'origine, les SMRs étaient destinés à amener de l'électricité dans les zones géographiques isolées - un marché forcément limité. Plus récemment, EDF a avancé l'idée de remplacer les centrales à charbon par des petits réacteurs.

Le consortium Nuward travaille actuellement sur la phase de conception de son projet. Cette phase, qui s'achèvera fin 2022, comprend l'élaboration de plans architecturaux complets de la centrale et la réalisation de choix importants pour définir la sûreté du réacteur.

présenterait de nombreux avantages, notamment parce qu'elle représente une opportunité unique pour tout un réseau de petites entreprises en termes d'activité et d'emplois. Le consortium n'a pas encore désigné de site physique et indique qu'il étudiera les sites possibles cette année, puis établira une *shortlist*. ■

Isabelle DUMÉ,
journaliste scientifique



1. <https://www.iaea.org/newscenter/statements/an-exchange-of-views-with-the-european-parliament-the-iaea-and-the-eu-tapping-nuclear-to-advance-development-health-and-environmental-sustainability>
2. <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-are-small-modular-reactors-smrs>
3. <https://www.cea.fr/presse/Pages/actualites-communiqués/energies/nuward-smr.aspx>
4. <https://www.elysee.fr/emmanuel-macron/france2030>

INTERVIEW

Bonjour Joseph,

Tu as été diplômé de l'Ecole des Mines d'Albi IMT en 2000 et tu es aujourd'hui CEO de RWE Renouvelables France.

Peux-tu nous parler de ton parcours ?

Après avoir obtenu mon diplôme des Mines, j'ai tout de suite intégré le secteur des énergies renouvelables au sein d'un petit cabinet d'études, car j'ai toujours été persuadé du potentiel et de la nécessité de repenser notre façon de produire l'énergie. Très vite, j'ai rejoint le groupe allemand Nordex pour lequel j'ai travaillé pendant plus de 18 ans, en France et à l'étranger. J'ai commencé par simple développeur de projets pour finir responsable de toutes les activités de développement de projets du groupe à l'échelle mondiale. Puis j'ai conduit la sortie de mon équipe de Nordex pour rejoindre en 2020 RWE, acteur majeur de l'énergie dans le monde, qui souhaitait s'implanter en France sur le secteur des énergies renouvelables. Aujourd'hui, en tant que Président de la filiale française, je me concentre sur le territoire français, et mon activité s'est élargie à d'autres technologies (solaire PV, éolien en mer, stockage, hydrogène) et couvre l'ensemble de la chaîne de valeur, du développement à l'exploitation en passant par la construction.

Que conseillerais-tu à un étudiant qui souhaite rejoindre le secteur des énergies renouvelables ?

Je lui dirais que c'est une excellente idée ! Le secteur des énergies renouvelables est en pleine croissance. Il y a l'urgence climatique bien entendu, mais du fait de leur maturité et de leur compétitivité, les énergies renouvelables sont aujourd'hui également une aide pour l'indépendance énergétique et pour le pouvoir d'achat. Elles sont aussi un formidable secteur dans lequel l'innovation et la recherche ont toute leur place. L'école des Mines est une école d'ingénieurs qui délivre une formation très complète, et c'est ce genre de profils que nous recrutons au sein de RWE Renouvelables France. Notre activité, qui s'articule autour de toutes les technologies de la transition énergétique, est en pleine expansion. Pour soutenir cette croissance, nous avons besoin de profils divers, à l'image de l'étendue de notre savoir-faire et de notre expertise.

Pourrais-tu nous parler des ambitions et projets de RWE ?

Le groupe RWE a de grandes ambitions, puisqu'il a prévu d'injecter plus de 50 milliards d'euros dans les énergies renouvelables à horizon 2030. En France, nous déployons l'entreprise non seulement en région parisienne, où notre siège est implanté, mais également dans les régions, où nous avons ouvert

début juin 2022 plusieurs agences, comme à Nancy, Lyon, Montpellier, Bordeaux et Nantes. Notre plan de recrutement est également très ambitieux, nous prévoyons plus d'une embauche par semaine en France d'ici à la fin de la décennie. Pour cela, nous souhaitons attirer les meilleurs talents, notamment les ingénieurs des Mines, qu'ils soient jeunes diplômés ou expérimentés. Plusieurs anciens élèves des Mines travaillent déjà chez nous d'ailleurs, et nous souhaitons maintenir et étoffer davantage la relation qui nous unit à cette école.



Joseph FONIO

IMT Mines Albi, promo 2000
CEO de RWE RENOUVELABLES FRANCE

FS TUNNEL

Des solutions pour vos travaux en tunnel





MODULE DE COMMUNICATION MODULE D'ÉCLAIRAGE MODULE DE GÉOLOCALISATION

FS TUNNEL - 94550 CHEVILLY-LARUE - Tél. 06 25 63 47 87
www.fstunnel.fr

DISTRIBUTEUR DE MATÉRIELS POUR LA CARRIÈRE, LE CONCASSAGE, LE RECYCLAGE ET LA VALORISATION DES DÉCHETS.

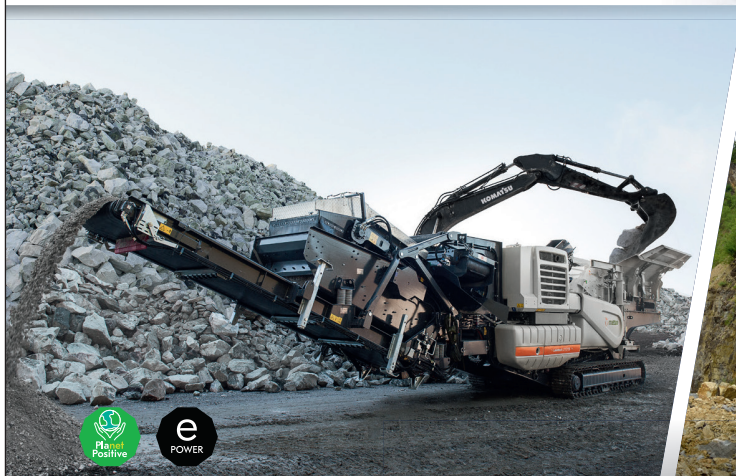
SAMI
TP

KOMATSU

Metso:Outotec



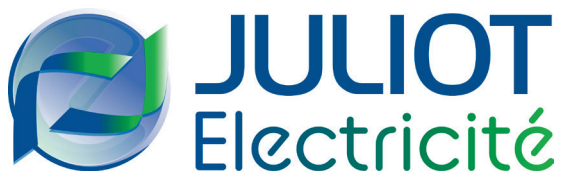
KIVERCO™
RECYCLING PLANT



BORDEAUX · CAEN · CHÂTEAULIN · NANTES · NIORT · RENNES
WWW.SAMITP.COM

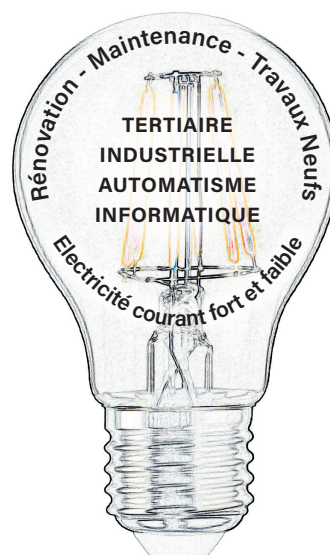
Téléchargez
notre brochure






Créée en 1951, l'entreprise JULIOT est spécialisée dans l'électricité tertiaire et industrielle, l'automatisme et l'informatique industrielle. Elle dispose d'une agence sur le parc de la Mongie aux Essarts en Bocage (en Vendée) et une agence à Sainte Luce sur Loire (en Loire Atlantique) pour réagir à la demande de ses clients professionnels.

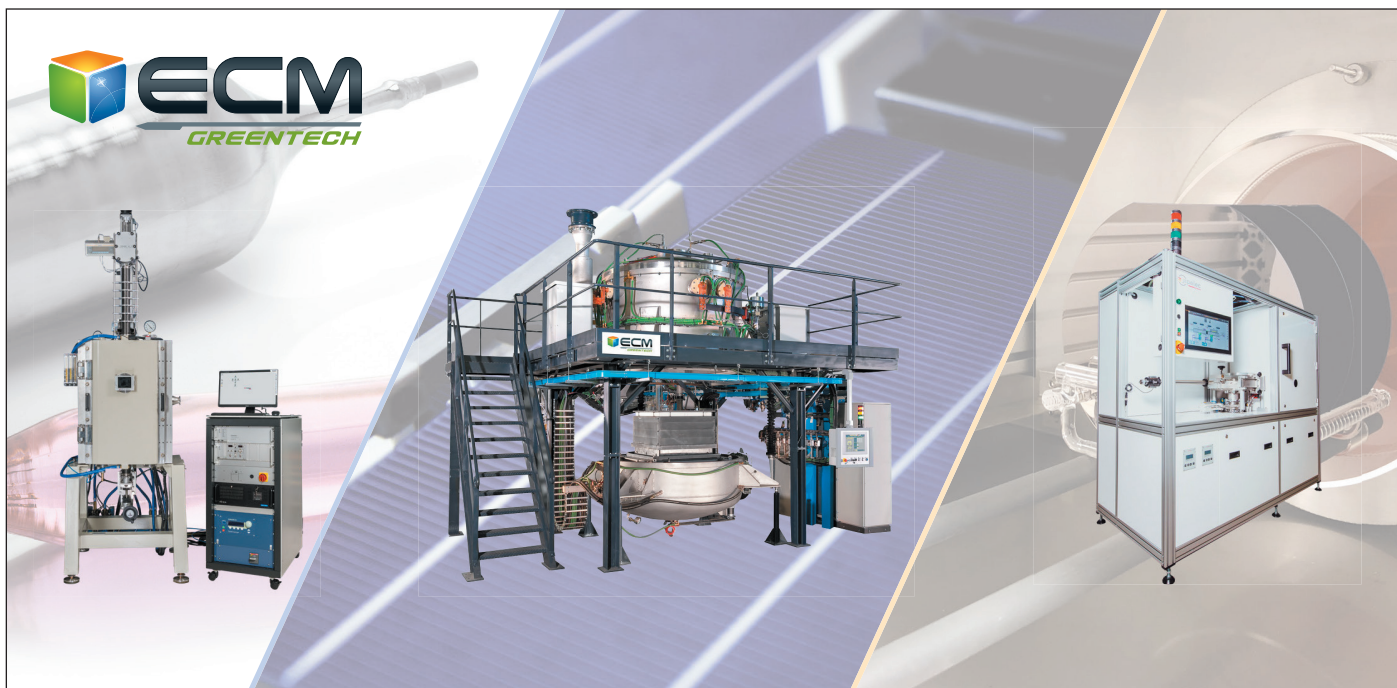
Nous mettons au cœur de nos missions la technicité et la complémentarité de nos équipes pour agir de la conception à la réalisation des installations clients jusqu'à la maintenance. Notre équipe analyse vos besoins pour vous proposer des prestations de qualité.



 www.juliot.fr
02 51 09 40 00

 Parc d'activités de La Mongie
85140 ESSARTS EN BOCAGE
contact@juliot.fr

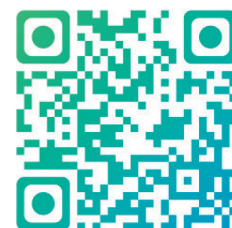
 Parc d'activités de La Bougrière
44980 SAINTE LUCE SUR LOIRE
N'hésitez pas à nous contacter



Équipementier pour la production d'énergies renouvelables et leur stockage

Croissance cristalline
Activités photovoltaïques

Applications semiconducteur
Stockage d'énergie



COCE
Côte d'Opale Couverture Etanchéité

825 rue Marcel Doret - Bat. A3
62100 CALAIS

Tel : 09 54 86 67 14

WWW.COCE-CALAIS.FR



ENTREPRISE CARLIER
Couverture - Étanchéité - Désamiantage

15, rue Jean Moulin
62000 DAINVILLE

Tél. : 03 21 71 18 21

WWW.CARLIER-DAINVILLE.FR



AQUASTOP
Couverture - Étanchéité - Désamiantage

23 rue Paul Langevin - ZI du Hellu
59260 LEZENNES

Tél : 03 20 60 59 01

WWW.AQUASTOP-GROUPE.FR





Votre Partenaire pour la Prévention des Risques Professionnels & Amiante

Depuis 2006, Bâtexpert garantit aux maîtres d'oeuvre écoute, réactivité et qualité



Diagnostic Enrobés

Le leader du diagnostic amiante et HAP dans les enrobés routiers



Diagnostic Immobilier

Diagnostics avant démolition, avant travaux et DAPP



Coordination SPS

La prévention des risques dus à la coactivité sur les chantiers

Découvrez nos agences

Un Service de Proximité

Agence Ile de France - Siège

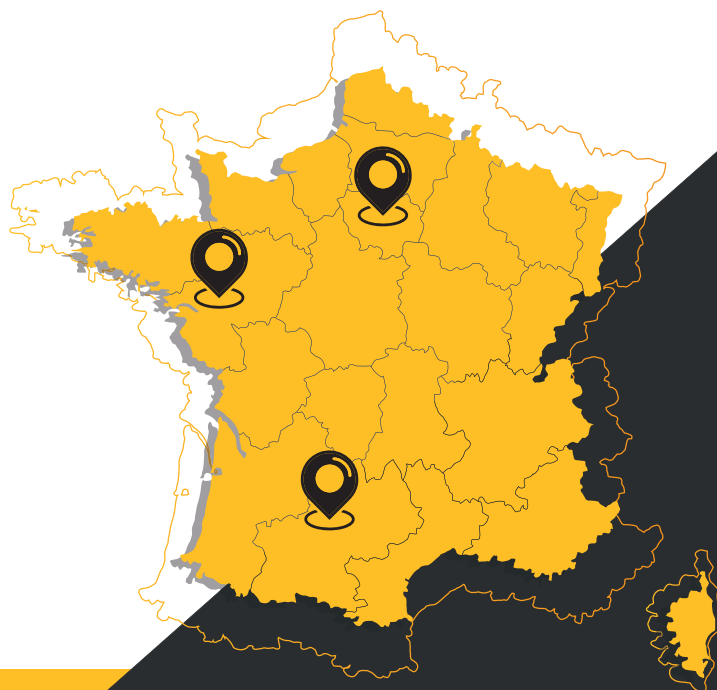
4 rue de l'ancienne église 91 230 Montgeron
Tél. : 01 69 00 26 60 - Mail : info@batexpert.fr

Agence Nantes - Pays de la Loire

Tél. : 02 53 35 29 85 - Mail : nantes@batexpert.fr

Agence Toulouse - Occitanie

Tél. : 05 63 22 40 08 - Mail : occitanie@batexpert.fr



Les enjeux du projet CIGEO

Le Centre industriel de stockage géologique (Cigéo) est le projet français de centre de stockage profond de déchets radioactifs, conçu pour stocker les déchets produits par les installations nucléaires à durée de vie longue (VL) dont l'activité est moyenne (MA) à haute (HA). Ce projet est porté par l'Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs (Andra), agence publique indépendante placée sous la tutelle des ministères en charge de l'énergie, de l'environnement et de la recherche.

Les déchets concernés

La totalité des déchets radioactifs français passés et à venir (en considérant le parc électro-nucléaire actuel) représentent un volume estimé de 1 670 000 m³.

40 % des déchets HA et 60 % des déchets MA-VL sont déjà produits. Ces déchets représentent aujourd'hui « seulement » 3,1 % du volume total mais 99,8 % de leur radioactivité. La classification des déchets radioactifs dépend de :

- **leur niveau d'activité** (leur dangerosité) qui a pour particularité de diminuer progressivement dans le temps ;

- **leur demi-vie ou période radioactive** (le temps nécessaire pour que l'activité diminue de moitié, il faut 10 demi-vies pour qu'on considère que l'activité n'est plus dangereuse pour l'homme). Ce temps de décroissance peut prendre de quelques jours à quelques centaines de milliers d'années. On considère comme déchets radioactifs à vie longue ceux dont la période radioactive est supérieure à 30 ans, c'est le cas des déchets destinés à Cigéo).

Le temps de cette décroissance, il est nécessaire de protéger à la fois l'homme et l'environnement. La France, par le biais du Législateur, à l'instar d'autres pays (comme la Finlande ou la Suède et 12 autres pays), a acté par la loi du 28 juin 2006 le choix du stockage géologique profond et confié à l'Andra la mission de concevoir et d'implanter le stockage qui

PARCOURS



Narendra JUSSIEN

Il fut tour à tour professeur à IMT Atlantique, directeur délégué à IMT Nord-Europe (ex-Lille-Douai) et directeur d'IMT Mines Albi.
Il est aujourd'hui sous-préfet chef de mission Cigéo à Bar-le-Duc dans la Meuse.

accueillera ces déchets. Le site retenu est celui de Bure (Meuse)/Saudron (Haute-Marne), où l'Andra a construit, depuis 2000, un laboratoire souterrain et y mène des recherches scientifiques.

Le principe du stockage (définitif, en complément de l'entreposage, temporaire) permet d'isoler les déchets de l'environnement et de l'homme en retardant la migration des substances radioactives qu'ils contiennent :

- **le premier élément** (la première barrière) est le « colis » à l'intérieur duquel un matériau de confinement enrobe les déchets ;

- **le deuxième élément** est l'ouvrage de stockage : l'ouvrage lui-même ainsi que les composants annexes ouvrages (couverture, scellement de galerie) ;

- **le troisième élément** est fondamental, c'est l'environnement géologique : une couche d'argile imperméable qui entoure complètement les ouvrages.

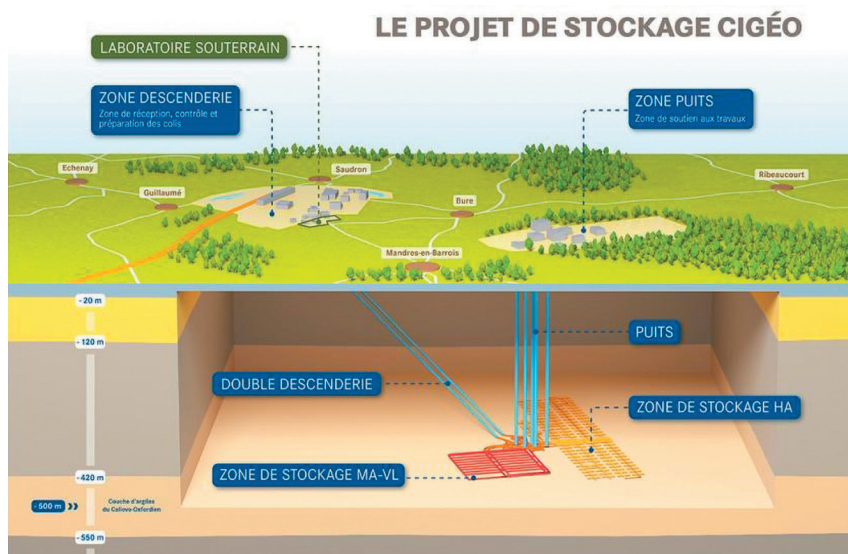
Le stockage permet, une fois scellé (on y reviendra), de protéger l'homme et l'environnement de la migration des substances radioactives. Dans le cas de Cigéo, il s'agit de retenir cette migration le plus longtemps possible (on parle souvent de plus de 300 000 ans). C'est pourquoi c'est le site de Bure/Saudron qui a été choisi : il présente à 500 m sous terre des caractéristiques géologiques qui permettent d'assurer cette sécurité.

Aujourd'hui les déchets déjà produits sont entreposés en surface sur leur site de production en toute sécurité (à Marcoule, à Cadarache, à la Hague et au Bugey). Le niveau de radioactivité et la durée de vie des déchets concernés ne permettent pas de les stocker, de manière sûre à long terme, en surface ou en faible profondeur. On pourrait penser qu'une telle solution d'attente aurait du sens en renouvelant tous les 200 ou 300 ans les infrastructures d'entreposage. Mais, pour cela il est nécessaire d'assurer une stabilité politique et technologique sur le long terme dont l'histoire de l'humanité montre l'utopie. L'assaut du Capitole en janvier 2021 montre à quel point les démocraties peuvent être fragiles, la guerre en Ukraine nous montre à quel point l'instabilité de notre monde est réelle.

Le nucléaire : enjeux et perspectives

L'appréhension du facteur humain

➔ Plan général de CIGEO.



Un projet technologique au développement progressif

Le projet Cigéo est un projet de très grande ampleur résultat de plus de 20 ans d'études au sein du centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne (ce qu'on appelle communément « le laboratoire de Bure »).

Ce laboratoire de recherche représente 20 hectares d'installations répartie sur 2 communes. C'est un laboratoire souterrain qui, chaque jour, collecte près de 3 millions de données via les 26 000 points de mesures disséminés dans 2 km de galeries. Le laboratoire a permis de mieux comprendre la roche environnante, les techniques de forage, les enjeux du stockage en profondeur, les évolutions dans le temps des techniques de colisage, etc.

Le site choisi est géologiquement unique en France : l'argilite du callovo-oxfordien présente, au sein du bassin parisien, une épaisseur de 140 m située à 500 m de profondeur qui montre une très grande stabilité, une très faible perméabilité et une capacité avérée de rétention des radio-éléments. Cette roche a 160 millions d'années.

Au sein de cette couche d'argilite, il s'agit de construire à 500 m de profondeur un espace de stockage qui, par

l'intermédiaire de 250 km de galeries, permettra de proposer 15 km² de surface de stockage pour les 85 000 m³ de déchets. Le site sera exploité pendant 120 ans et devrait coûter autour de 25 milliards d'euros.

Un tel projet ne se décrète pas du jour au lendemain et ne s'organise pas en un claquement de doigts. Plusieurs étapes sont prévues :

- la déclaration d'utilité publique du projet (qui vient d'être publiée à l'été 2022) ;
- une demande d'autorisation de création (déposée à la fin de l'année 2022, instruite pendant 3 à 5 ans, officialisée par décret après une enquête publique territorialisée) ;
- une première phase de construction, conduisant à une autorisation de mise en service (par le Parlement) prévue à partir de 2035 (c'est à cette date seulement que le premier colis de déchet arriverait sur le site) suivi de quelques années de fonctionnement (ce qu'on appelle la « phase industrielle pilote ») ;
- à l'issue de la phase pilote (entre 15 et 25 ans) une nouvelle loi (encore le Parlement) sera votée pour autoriser la mise en fonctionnement opérationnel du site (autour de 2040) ;
- plusieurs autres jalons de décision subséquents autorisant la poursuite de l'exploitation ;
- à l'issue de l'exploitation (autour de 2150) une dernière loi autorisant la fermeture définitive du stockage.

On le voit c'est un projet de très longue haleine, strictement cadré par les

décisions du Parlement (expression du peuple souverain).

Les enjeux éthiques du projet

Cigéo pose beaucoup de questions et suscite de nombreuses réactions. Il est quelques enjeux qu'il est bon d'avoir en tête.

Aujourd'hui, la France possède les connaissances techniques et la stabilité pour mettre en œuvre le projet. Il s'agit de protéger les générations futures et de ne pas leur léguer cette charge. Mettre en sécurité définitive les déchets ce n'est pas les oublier.

Le Législateur, dans sa sagesse, a prévu de ne pas enfermer non plus les générations futures dans les choix faits à la conception. C'est le concept de réversibilité du stockage : la capacité à offrir à la génération suivante des choix sur la gestion à long terme des déchets radioactifs, y compris le choix de revenir sur les décisions prises par la génération antérieure. C'est inscrit dans la loi depuis le 25 juillet 2016. Le stockage est réversible : les mécanismes sont prévus et garantis pour rendre notamment possible la récupération des déchets déjà stockés jusqu'à la fermeture définitive du site (soit 2150). Il s'agit de se laisser le choix de poursuivre, de faire évoluer ou de réévaluer la solution choisie.

En effet, les autres voies de traitements des déchets font toujours l'objet de recherche : la transmutation ou la réutilisation. Il s'agit de mode de gestion complémentaires à Cigéo. Plusieurs projets concernent aujourd'hui les technologies de transmutation, ou plus globalement les projets pour réduire le volume ou la nocivité des déchets à produire. D'autres travaillent sur la réutilisation de certains des radionucléides.

Par ailleurs, Cigéo fait l'objet d'un contrôle législatif strict et fait l'objet de concertations publiques depuis de nombreuses années. La commission nationale du débat public possède d'ailleurs en son sein 2 garants dédiés à Cigéo. La concertation est centrée autour de 3 problématiques : la phase industrielle pilote de Cigéo (à la fois phase d'apprentissage technique et d'apprentissage de la gouvernance du centre industriel), la gouvernance de Cigéo et l'insertion environnementale et territoriale de Cigéo. Sur ce dernier point, 4 thématiques sont abordées : l'aménagement et le cadre de vie, les infrastructures de transport, l'alimentation en énergie et le cycle de l'eau. Depuis 2018, ces concertations

présentent plus de 28 rencontres organisées rassemblant près de 1500 participants.

Cigéo provoque aussi des questionnements peu habituels dans la conduite de projets. Par exemple, une question importante est la question de la mémoire : comment prévenir les générations futures que le site est potentiellement un danger s'il venait à l'esprit d'un de nos lointains successeurs de creuser à 500 m sous terre ?

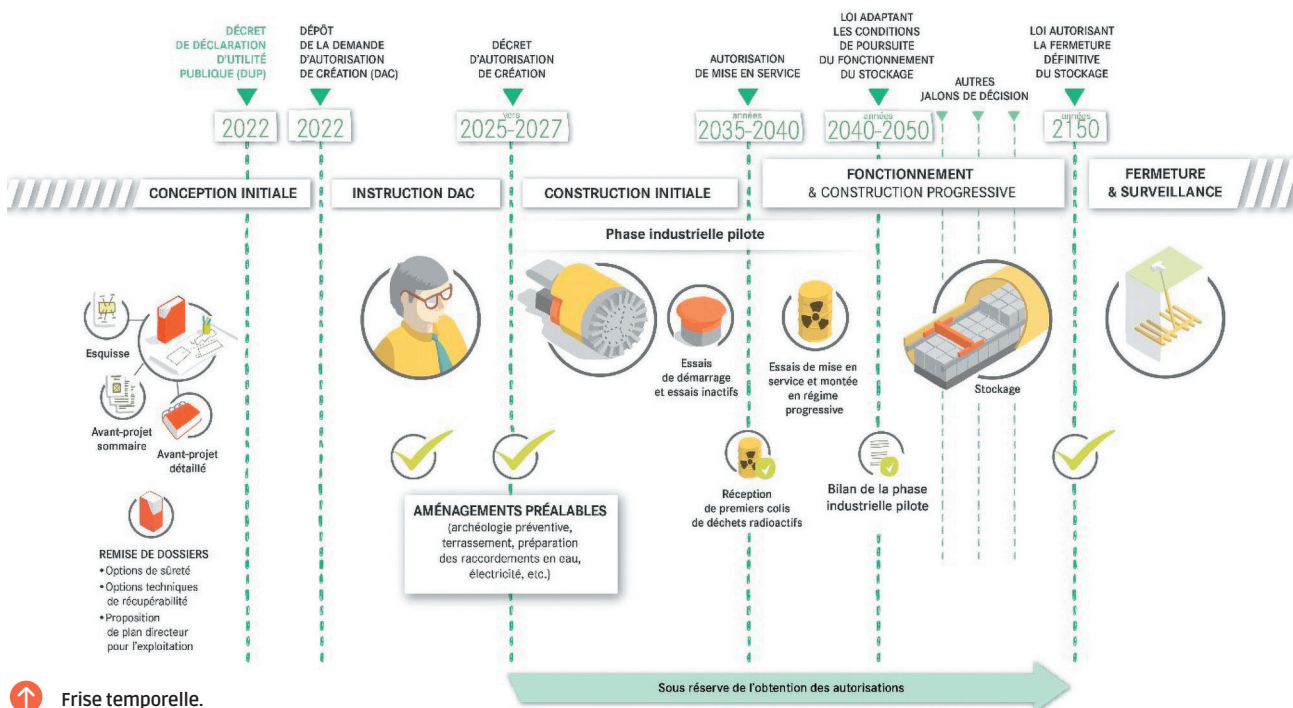
C'est, en soi, un sujet de recherche. Il s'agit également d'une préoccupation partagée par plusieurs pays, qui fait l'objet d'une coopération entre des États concernés par cette question. En effet, comme définir un « langage » pour assurer cette mémoire : une signalétique (mais celle-ci n'attiserait-elle pas la curiosité) ? Un mythe, une légende voire une religion ? Et si le plus efficace était d'oublier ? En effet, la seule « bonne » raison d'aller creuser à cet endroit dans 150 000 ans serait probablement pour uniquement pour aller enterrer des déchets radioactifs dans la même problématique que l'on connaît actuellement. Qui sait ?

Enjeux de territoire et dimensions pluridisciplinaires

Pour en revenir à des considérations plus actuelles et plus prosaïques, Cigéo n'est pas « simplement » un projet industriel. En effet, Cigéo est hors normes :

- **temporelles** : avec un horizon de 140 ans, ce projet dépasse les temps préfectoraux (2-3 ans), électoraux (au mieux 6 ans), générationnels (au moins 3 générations concernées depuis le début du projet) et géologiques. S'inscrire dans cette temporalité est une gageure de tous les instants. En période moderne, très peu de chantiers ont une telle temporalité, à l'exception de la Sagrada Familia commencée en 1882 et dont la fin des travaux est attendue après 2026 ;
- **administratives** : le projet couvre 13 codes (environnement, urbanisme, forestier, etc.). Le recensement des procédures administratives à mettre en œuvre pour le chantier (construction, transport, mise en service, urbanisme, procédures environnementales,

LES GRANDES ÉTAPES DU PROJET GLOBAL CIGÉO



Le nucléaire : enjeux et perspectives

L'appréhension du facteur humain

diagnostics archéologiques, autorisations spécifiques, acquisitions des emprises, enquêtes publiques, etc.) représente un document provisoire de 354 pages. Les services de l'Etat concernés sont à tous les échelons : départemental (sur les 2 départements, préfectures, direction départementale des territoires, forces de sécurité intérieure, direction départementale de l'emploi, du travail, des solidarités et de la protection des populations, unité départementale de l'architecture et du patrimoine), régional (préfecture, alimentation, agriculture et forêts, affaires culturelles, environnement, aménagement et logement, santé), national (office français de la biodiversité, office national des forêts, autorité de sûreté nucléaire, direction générale de l'énergie et du climat, direction de l'habitation, de l'urbanisme et des paysages, direction générale des collectivités locales) et bien sûr les cabinets de la Première Ministre et du Président de la République ;

▪ **financières** : le projet représente un budget de 25 milliards d'euros, chaque année la taxe d'accompagnement du laboratoire de l'Andra représente 56 millions d'euros répartis sur les deux départements. Le projet Cigéo est une opportunité pour un territoire essentiellement rural qui se caractérise par son isolement par rapport aux métropoles et son éloignement des grandes infrastructures de transport, une déprise démographique marquée et continue, une économie fragilisée et un chômage frappant plus les femmes et les jeunes et des équipements peu accessibles en zone rurale (éducation, santé, etc.).

Dans la perspective du projet qui va voir, selon les estimations actuelles, sur un territoire qui aujourd'hui présente une densité de 7 habitants au km², jusqu'à 1 000 personnes par jour pendant 15 ans (la phase chantier), 500 personnes pendant 140 ans (la durée du projet), 100 camions en engins lourds par jour, 2 000 t par an de déchets organiques, etc. l'Etat a initié et construit en concertation avec les acteurs locaux, régionaux et nationaux un « plan de développement du territoire » contractualisé en octobre 2019 pour 15 ans et deux premières tranches d'un montant global de 500 millions d'euros au bénéfice des territoires de la zone de proximité du futur site Cigéo.

Ce plan se décline en 4 tranches :

▪ **aménagement d'infrastructures pour accompagner la réalisation de Cigéo** : densification de la desserte routière, réactivation d'une liaison ferroviaire, déploiement de nouveaux réseaux d'eau potable, d'électricité et de fibre optique ;

▪ **dynamisation du territoire** : créer les conditions d'un développement économique équilibré (accompagnement des entreprises), mobiliser les ressources susceptibles d'avoir un effet sur l'emploi (disposer des compétences métiers nécessaires pour Cigéo, service intégré de recrutement), offrir un habitat de proximité énergétiquement performant (en septembre 2022 sera réalisée la 1000^e rénovation énergétique sur le territoire) et réinvestir l'accompagnement des populations (offre de santé, offre culturelle, sportive et de loisir) ;

▪ **attractivité du territoire** : développer l'ensemble des infrastructures du sud de la Haute-Marne au nord de la Meuse, offrir un cadre de vie adapté pour attirer les travailleurs sur le chantier et sur le centre industriel dans ces territoires ;

▪ **pérennisation** : préparer l'après-chantier et l'après-centre pour offrir un avenir aux générations qui se seront succédées sur place.

Le plan de développement du territoire est un objet co-construit et co-financé : par les opérateurs du nucléaire (EDF, Orano, CEA) qui versent les taxes liées à la production de déchets (principe du pollueur-payeur), par l'Europe et les collectivités territoriales. Dans le code de l'environnement (article L-54211), le législateur a voulu reconnaître le sens de l'intérêt général des élus et des populations des départements de la Meuse et de la Haute-Marne qui ont accepté d'héberger dans leur territoire un laboratoire de recherche puis un centre de stockage souterrain. Ainsi, chaque département concerné est doté d'un groupement d'intérêt public (GIP) qui bénéficie d'une partie de la taxe additionnelle (dite d'accompagnement) à la taxe sur les installations nucléaires de base. Cela représente 28 millions d'euros par an et par département (soit 1 milliard d'euros cumulés en décembre 2021 depuis l'implantation du laboratoire souterrain). Le rôle de ces GIP (et donc la destination de ces fonds) est triple :

- pour moitié, de gérer des équipements ou de financer des actions ayant vocation à favoriser et faciliter l'installation du laboratoire et du centre de stockage ;
- de mener des actions d'aménagement du territoire et de développement du tissu industriel et économique ;
- de soutenir des actions de formation ainsi que des actions en faveur du développement, de la valorisation et de la diffusion de connaissances scientifiques et technologiques.

Les habitués de la chose publique auront constaté que les compétences en jeu au

sein des GIP (structure de niveau infra-départementale) sont habituellement dévolues au niveau régional principalement.

Aujourd'hui, l'impact du laboratoire sur l'emploi est une réalité : 350 personnes sont employées sur le site, 100 emplois sont soutenus directement dans la zone de proximité. En phase de construction, il s'agira de 2 000 emplois directement mobilisés par Cigéo, en phase d'exploitation, près de 600 emplois directs.

Les actions de dynamisation du territoire présentées ci-dessus représentent un investissement de 155 millions d'euros. C'est aussi concrètement 11,4 millions d'euros engagés dans la réhabilitation de logements qui ont conduit à 430 millions d'euros de chiffre d'affaire pour les entreprises locales et la création ou le maintien de 400 emplois. C'est aussi le développement d'un programme ambitieux et innovant de revitalisation de l'offre de santé sur un territoire rural (à base de nouvelles technologies : objets connectés, salles de télé-consultation, etc.) : le projet e-Meuse santé.

Enfin, le projet bénéficie de l'accompagnement de l'Etat au quotidien avec une mission (sise au sein de la préfecture coordinatrice, la préfecture de la Meuse) en charge de l'accompagnement et de la coordination territoriale du projet Cigéo sur les territoires de la Meuse et de la Haute-Marne. Cette mission dirigée par un sous-préfet marque l'investissement de l'Etat sur le sujet et a pour finalités d'accompagner l'implantation du centre de stockage (par un appui technique des partenaires du projet de développement du territoire et une coordination des services de l'Etat pour l'instruction des procédures) et d'organiser et d'animer la face institutionnelle du projet (instances de gouvernances, échanges entre les différents partenaires, communication).

Cigéo est un projet complexe, vaste et passionnant. Il apprend l'humilité face au temps, aux enjeux et aux passions. Comme disait Honoré de Balzac dans « histoire de la grandeur et de la décadence de César Birotteau » : il faut toujours faire ce que l'on doit relativement à la position où l'on se trouve. ■

Liens externes

- eMeuse santé : <https://www.meuse.fr/le-departement/agit-pour-vous/grands-projets/e-meuse-sante-un-programme-ambitieux-pour-la-meuse>

- le projet industriel Cigéo : <https://www.andra.fr/cigeo>

- le documentaire danois « *Into Eternity* » traite de la question de la mémoire (pour le site d'enfouissement d'Onkalo en Finlande)

Industrie nucléaire entre transition énergétique et transition digitale

Réduction de la disponibilité des ressources en eau et nourriture, impact sur la santé dans toutes les régions du monde, baisse de moitié des aires de répartition des espèces animales et végétales sont autant d'effets actuels constatés par les experts du Giec avec le réchauffement climatique (+1.09 °C en 2021). Il est aussi évoqué dans ce rapport de 2022, que des efforts soutenus doivent être consacrés dans plusieurs secteurs, notamment la transition énergétique afin de réduire les émissions de CO₂. Dans la lignée de ces objectifs de neutralité carbone à l'horizon 2050, le choix de l'industrie nucléaire constitue une des énergies mise en avant. Pour la France, un programme conséquent de construction d'EPR est confirmé. À cette construction nationale s'ajoute une expansion des constructions à l'étranger de la filière nucléaire, notamment d'EPR (Chine, Angleterre, Finlande, Inde etc.). Ainsi, cette industrie est identifiée comme un acteur clé de la transition énergétique. Nous tenons à souligner à travers cet article le défi que ces nouvelles constructions représentent et la transition digitale qui est elle aussi, tout aussi nécessaire.

En effet, cette recrudescence de conception et de construction de nouveaux réacteurs ayant un niveau technologique et de sûreté avancé nécessite une maîtrise des données. Pour illustrer ce point, il est utile de savoir qu'une centrale nucléaire comprend plus de 50 bâtiments, 500 km de tuyauterie, 500 000 composants et 100 millions d'unités de données (exigences, rapports, schémas, etc.). La complexité et le volume de ces données hétérogènes ne cessent de croître dans ces projets de construction classifiant ainsi ces problématiques dans la catégorie de la « big data ». Ainsi, un fort besoin du numérique émerge pour aider l'homme sur ces tâches. Une véritable transformation numérique des parties prenantes de la filière est indispensable afin de pouvoir relever ce défi de la transition énergétique. Cette transformation numérique passe par l'apport de nouveaux processus et architectures de système d'information. Ces derniers visent à une meilleure collaboration des parties prenantes en intégrant le numérique dans les pratiques d'ingénierie.

PARCOURS



Emir ROUMILI
IMT Mines Alès

Il est project/Product manager spécialisé dans la transformation digitale des processus d'ingénierie à travers l'intelligence artificielle et les approches systèmes. Il réalise actuellement une thèse CIFRE au sein du laboratoire des sciences des risques d'IMT Mines Alès sur le thème de la digitalisation de la sûreté nucléaire basée sur l'approche MBSE et l'IA.

Parmi les domaines au cœur de cette transformation, l'ingénierie système et son approche intégrée aux modèles ; MBSE (*Model Based System Engineering*) est un candidat idéal. Le MBSE soutient les processus d'ingénierie système (définition du besoin, ingénierie des exigences, conception architecturale, développement, intégration, vérification, validation, etc.) à travers une pratique de modélisation tel que défini par l'INCOSE (*International Council on Systems Engineering*) application formalisée de la modélisation pour soutenir les exigences, la conception, l'analyse, la vérification et la validation des systèmes, dès la phase de conception et tout au long du développement et des phases ultérieures du cycle de vie.. »¹. Ce domaine

1. « Rapport 2022 du Giec : une nouvelle alerte face au réchauffement climatique », vie-publique.fr. <https://www.vie-publique.fr/en-bref/284117-rapport-2022-du-giec-nouvelle-alerte-face-au-rechauffement-du-climat> (consulté le 4 août 2022).
2. « Emmanuel Macron va lancer un programme nucléaire d'ampleur », Les Echos, 8 février 2022. <https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/emmanuel-macron-va-lancer-un-programme-nucleaire-damplieur-1385397> (consulté le 3 août 2022).
3. « Model-Based Systems Engineering (MBSE) (glossary) - SEBoK », [https://sebokwiki.org/wiki/Model-Based_Systems_Engineering_\(MBSE\)_glossary](https://sebokwiki.org/wiki/Model-Based_Systems_Engineering_(MBSE)_glossary) (consulté le 4 août 2022).

Le nucléaire : enjeux et perspectives

/// L'appréhension du facteur humain



permet la structuration des processus et des modèles afin de faciliter la conduite des projets complexes à travers les cycles de vie de l'installation. Aussi, la science des données est un élément clé du passage vers une ingénierie data-centrée et une maîtrise du cycle de vie des données du projet ainsi que de l'installation à concevoir. Une identification claire de ces données ainsi que leur contrôle permettront aussi l'utilisation des algorithmes d'intelligence artificielle qui ne cesse d'évoluer d'année en année et facilite l'ingénierie par des approches multiples et multimodales. ●

Ces approches se retrouvent notamment dans les quatre piliers du programme SWITCH de l'exploitant français EDF ● :

- Mise en œuvre de l'ingénierie système.
- Passage d'une approche centrée document à une approche data-centrée.
- Standardisation et numérisation des processus.
- Fonctionnement en entreprise étendue (processus largement traité en ingénierie système).

Bien que le sujet de la transition énergétique alimente constamment la question du devoir face à une crise imminente, la transition numérique apporte des éléments sur les moyens à mettre en œuvre pour la réaliser. Dans ce contexte de digitalisation, le concept d'industrie 4.0 est très en vogue et est un sujet phare de ce 21^{ème} siècle. Ces sujets recherchent constamment de nouveaux talents afin de travailler sur des sujets passionnants à fort impact sociétal. Bien sûr, le phénomène de transition digitale évoqué ici à travers l'industrie nucléaire se généralise dans toutes les industries. Les avancées technologiques ne cessent d'impressionner et nul n'est capable d'imaginer complètement à quoi ressemblera l'industrie du futur. ■

↑ Source : Freepik

4. S. SUMAN, « Artificial intelligence in nuclear industry: Chimera or solution? », *Journal of Cleaner Production*, vol. 278, p. 124022, janv. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124022.

5. P. DESMEDT, « L'ingénierie nucléaire enrichie par le numérique », *Arts & Métiers Mag*. <https://mag.arts-et-metiers.fr/ingenierie-nucleaire-enrichie-par-le-numerique/> (consulté le 4 août 2022).

Le nucléaire au Royaume-Uni

Je t'aime, moi non plus

Le Royaume-Uni fut le premier pays au monde à démarrer un réacteur nucléaire commercial en 1956, à Calder Hall, Cumbria. Vingt-six réacteurs type-Magnox ont ensuite été installés, suivis par quatorze 'Advanced Gas-cooled Reactors' (AGRs). Depuis les années 2000, la politique nucléaire s'est essouffée. Contrairement à la France, le nucléaire n'a jamais représenté la part majoritaire du mix énergétique, et l'essor des énergies renouvelables a mis le nucléaire au second plan pendant plusieurs décennies.

Avec la récente crise énergétique, l'urgence climatique, et des centrales vieillissantes, le nucléaire semble redevenir une priorité, comme annoncé en Avril 2022 dans la publication de la Stratégie pour la Sécurité Énergétique, qui promet huit nouveaux réacteurs dans la prochaine décennie.

Cependant, la renaissance du nucléaire en Angleterre fait face à un énorme challenge, qui repose sur quatre piliers :

- Financement
- Opinion publique
- Main d'œuvre
- Chaîne d'approvisionnement

Ici, nous explorerons ces thèmes pour tenter de comprendre comment le Royaume-Uni peut relancer cette industrie malgré une politique énergétique jusqu'à présent hésitante, un faible soutien du public, une main d'œuvre vieillissante et une chaîne d'approvisionnement en déclin.

Le financement

Durant ces dernières années, plusieurs projets de nouveaux réacteurs ont été lancés, mais un seul a été approuvé, le projet Hinkley Point C financé par le Groupe EDF en 2016. En effet, d'autres projets, tels que Nugen (Moorside) et Horizon (Wylfa Newydd et Oldbury) ont échoué dû à un manque de support financier du gouvernement.

Depuis, un nouveau mécanisme financier spécifique aux projets de nouvelles

PARCOURS



Alix JOHNSTONE-MORFOISSE
IMT Nord Europe, promo 2015

Elle travaille comme Responsable du Développement Commercial pour U-Battery et est doctorante en Robotique Nucléaire à l'Université de Birmingham.

centrales nucléaires a été annoncé en 2022 - la Base d'Actifs Régulée (RAB), qui va permettre de rassurer les futurs investisseurs. Notamment le gouvernement vient de donner le feu vert au projet Sizewell C et de nouveaux projets sont en préparation depuis cette annonce.

L'opinion publique

L'opinion publique au Royaume-Uni, comme le montrent les sondages sur ces

dix dernières années, est majoritairement positive ou neutre. Cependant, la population n'a jamais été 'pro' nucléaire. L'Angleterre envisage la construction de nouveaux réacteurs tels que l'European Pressurized reactor (EPR), mais aussi de petits réacteurs modulaires (SMRs) qui sont moins connus du public et seront plus proches des villes. Il n'est pas certain que ces derniers seront acceptés par l'opinion ; le problème des déchets et la peur sous-jacente associée aux accidents passés sont probablement toujours présents dans les esprits.

Dans tous les cas, le Royaume-Uni doit surmonter sa relation ambiguë avec le nucléaire et l'image renvoyée par cette industrie doit évoluer. Le gouvernement et les experts doivent s'unir pour rétablir les faits quant aux risques réels et souligner les bénéfices de cette industrie.

On peut faire un parallèle intéressant avec la récente crise du Covid et la communication alors adoptée par le gouvernement britannique. En effet durant cette période il s'est allié avec la communauté scientifique et a mis les experts sur le devant de la scène présentant les chiffres et statistiques, introduisant la notion de risque, en prime time, devant des millions de citoyens novices en matière d'épidémiologie.

Une approche similaire pourrait être adoptée pour permettre la réalisation des nouveaux objectifs énergétiques du Royaume-Uni via la construction de nouvelles centrales nucléaires, et rallier la population autour de ce nouveau but commun. Cela passera par une politique transparente et une lutte active contre la désinformation, soutenue par les faits.

Le nucléaire : enjeux et perspectives

L'appréhension du facteur humain



Usine de retraitement nucléaire de Sellafield en Cumbria, dans le nord-ouest de l'Angleterre
Source : Shutterstock



La main d'œuvre

Un autre challenge est de s'assurer que les ressources nécessaires à la construction et au fonctionnement de ces nouvelles centrales seront disponibles. La main d'œuvre qualifiée est vieillissante, il est donc urgent d'organiser le transfert de ces connaissances avant qu'elles ne soient perdues. Il faut aussi absolument éduquer les générations futures sur le sujet du nucléaire pour permettre un changement des mentalités, et les orienter vers des choix de carrières dans ce secteur. En effet, l'industrie nucléaire est vue comme très spécialisée malgré le fait que la majorité des compétences requises soient généralistes, comme l'ingénierie mécanique et la construction.

Dans le Rapport sur le Secteur Nucléaire (Nuclear Sector Deal), publié par le gouvernement britannique en 2018, la formation d'une main d'œuvre qualifiée ainsi que la communication sur les retombées bénéfiques à long terme pour les régions qui accueilleront une centrale sont des thèmes clés.

La chaîne d'approvisionnement

Enfin, le Royaume-Uni veut s'assurer que les nouveaux projets de centrales nucléaires seront construits par des entreprises britanniques avec des produits britanniques. Comme dans beaucoup de pays occidentaux, les industries de construction et équipementiers sont en déclin.

En 2012, le gouvernement anglais publiait un Plan d'Action pour la Chaîne d'Approvisionnement du Secteur Nucléaire, soulignant les opportunités multiples du secteur pour les entreprises anglaises. L'objectif est non seulement d'être capable de contribuer aux nouveaux projets sur le territoire anglais, mais aussi de devenir exportateur de ces technologies.

Ce challenge est probablement le plus grand dans le contexte de la renaissance nucléaire anglaise. Cependant, l'Angleterre ayant été historiquement le foyer de plusieurs révolutions industrielles, il est possible que l'industrie se redynamise et prenne une place importante sur le marché mondial.

Conclusion

Le redéveloppement du nucléaire au Royaume-Uni est imminent et possible. Ce succès sera évidemment lié à un investissement financier considérable du gouvernement, qui a déjà commencé, et idéalement à la disponibilité d'une chaîne d'approvisionnement locale. Mais il va en grande partie dépendre du soutien du public et de la disponibilité d'une main d'œuvre importante et qualifiée.

L'industrie devra recruter un nombre record de jeunes talents tant au niveau

technicien qu'au niveau ingénieur dans les prochaines décennies. Une campagne d'information active et nationale pour s'assurer du soutien durable de la population et attirer les talents, nouveaux et existants, dans cette industrie est indispensable. L'approche proposée est radicale mais nécessaire pour garantir une énergie sûre et décarbonée pour les générations futures. ■

Sources

- <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/appendices/nuclear-development-in-the-united-kingdom.aspx#:~:text=British%20scientists%20were%20preminent%20in,in%20the%20UK%20in%201956.>
- <https://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/united-kingdom.aspx>
- <https://www.gov.uk/government/publications/british-energy-security-strategy/british-energy-security-strategy#nuclear>
- <https://www.statista.com/statistics/426157/united-kingdom-uk-attitudes-towards-nuclear-energy/#:~:text=According%20to%20a%202021%20survey,three%20percent%20who%20opposed%20it.>
- <https://www.gov.uk/government/publications/nuclear-sector-deal/nuclear-sector-deal>
- <https://www.edfenergy.com/energy/nuclear-new-build-projects/hinkley-point-c/about>
- <https://www.gov.uk/government/publications/nuclear-regulated-asset-base-rab-model-statement-on-procedure-and-criteria-for-designation>
- <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/UK-government-confirms-Sizewell-C-eligible-for-RAB>
- https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/65658/7176-nuclear-supply-chain-action-plan.pdf



RAZEL-BEC
FAYAT



Une entreprise à la hauteur de vos projets

Centre de Travaux Gard Camargue

360 rue Etienne Lenoir - ZAC KM Delta

30900 NIMES

 04.67.10.10.10

 languedoc@razel-bec.fayat.com

Agence de Montpellier

CS 20030 – 34433 ST JEAN DE VEDAS CEDEX

 04.67.10.10.10

 languedoc@razel-bec.fayat.com



RAZEL-BEC
FAYAT



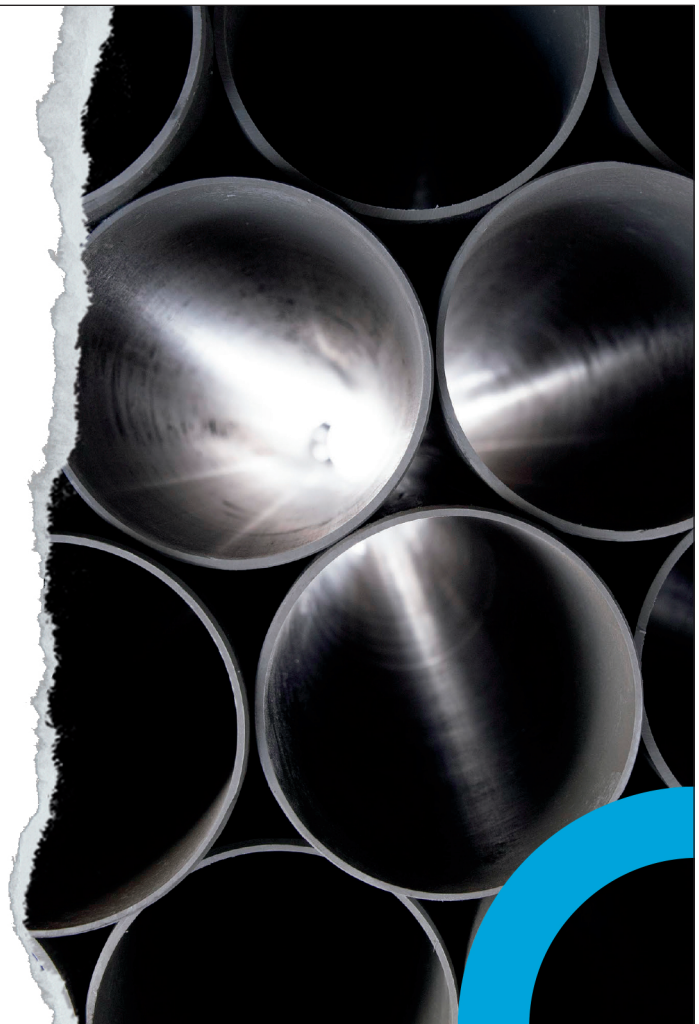
162 rue Henri Ducassou
56850 CAUDAN

Tél. 06 43 29 32 98

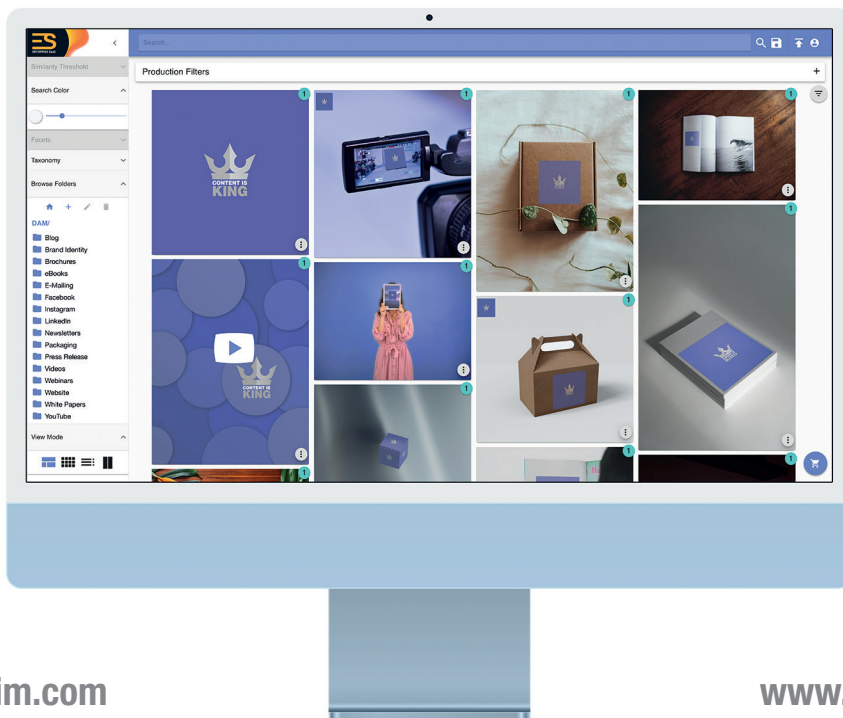
contact.lecoroller@l2ctuyauterie.fr



SUIVEZ-NOUS SUR 



Collaborative Technology at its Best



jobs@dalim.com

www.dalim.com

TALENT WELCOME!



JR ELEC SAS est une société spécialisée dans les travaux électriques allant de l'habitation au tertiaire, et des travaux neufs aux travaux de réhabilitation.

Nous réalisons tous types d'installations : intrusion, contrôle d'accès, sécurité incendie, éclairages & forces, bornes de recharge, ...

NOS RÉFÉRENCES

Bouygues Construction, Bouygues Energies & Services, Vinci Energies et bien d'autres nous font confiance dans la réalisation de leurs projets.

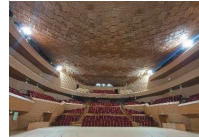
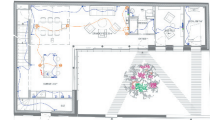


NOS RÉALISATIONS



Réalisation du contrôle d'accès et du système intrusion à l'hippodrome de Longchamp.

Conception et réalisation de la distribution électrique selon les besoins du client.



Réfection des systèmes électriques courant fort et courant faible.

Repérage des circuits et remise aux normes d'un tableau électrique chez un particulier.



NOUS CONTACTER

✉ contact@jr-elec-sas.com

☎ 06 37 13 78 62

SAS au capital de 2 000€
Siret : 824 966 774 00021 APE : 4321A
TVA intracommunautaire : FR 42 824966774

Actemium au cœur des enjeux de l'hydrogène vert

Actemium Paris Assembly Line, intégrateur en ligne d'assemblage d'équipements et composants industriels, fournit des lignes de production multi-process capacitaires et flexibles.

Véritable architecte industriel (designer de process assemblage), **Actemium Paris Assembly Line** assure des contrats « clé en main » avec engagement de résultats/performances, définit les concepts et schémas industriels « Lean » et accompagne en tant qu'expert ses clients dans leur développement industriel.

C'est dans ce cadre qu'**Actemium Paris Assembly Line** accompagne son client GENVIA, situé à Béziers, sur son projet d'industrialisation d'électrolyseurs destinés à la production d'hydrogène décarboné.

Une expertise de pointe au service de la transition énergétique !



Paris
Assembly Line

Immeuble Crystalys
6, avenue Morane Saulnier
78140 Vélizy-France



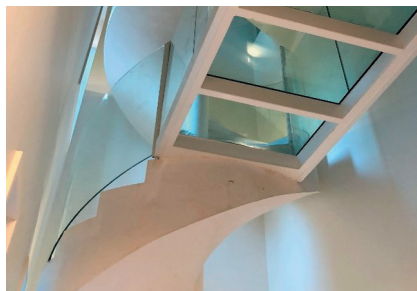
Une société de VINCI ENERGIES



ARB, entreprise familiale créée en 2013 spécialisée dans les travaux intérieurs :

- Peinture générale
- Peinture décorative (stuc, enduit décoratif...)
- Revêtement souple sur sols et murs
- Pose de parquet
- Neuf et rénovation

TRAVAUX PEINTURE ET REVÊTEMENTS DE SOLS



28, avenue des Glycines 30720 RIBAUTE-LES-TAVERNES - 06 43 09 25 91 - contact@sarlarb.fr - www.arbpeinture.fr



CONSTRUISONS ENSEMBLE UN AVENIR DURABLE

PRO ARMATURE

AU CŒUR DU BÉTON

04 72 50 76 98

WWW.PROARMATURE.FR



BUREAU D'ÉTUDES & CONSEILS ICPE

iim-conseil.fr

Cédric JACQUINET
Gérant

✉ c.jacquinet@iim-conseil.fr

☎ 06 37 17 71 11
04 42 72 06 86

📍 794 Avenue de la Libération
83640 Plan-d'Aups-Sainte-Baume



INGÉNIERE & CONSEIL

IMAGINER & ENTREPRENDRE
L'EXCELLENCE TECHNIQUE
AU SERVICE DU CLIMAT



Naldeo Group - 55 rue de la Villette - 69003 Lyon - Tel 04 72 91 82 60 - ingenierie.conseil@naldeo.com - www.naldeo.com



Est une société basée dans le Calvados à Condé sur Seulles. Travaillant autour d'une équipe de collaborateurs compétents et expérimentés dans le domaine des Télécoms.

Savoir-faire, Respect et professionnalisme sont les valeurs, que nos équipes compétentes et passionnées, démontrent en toutes circonstances dans le but de satisfaire l'ensemble de nos clients.

Les Prestations que nous réalisons sont exclusivement concentré sur l'Infrastructure et le Consulting dans le domaine des Telecom Radio Mobile (Tout Opérateurs).

Vous souhaitez nous rejoindre ?

Déposez votre candidature à l'adresse mail suivante

Nous proposons à nos Clients les prestations suivantes

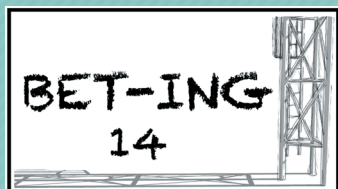
TRAVAUX

- Renfort Structures/Massifs •
- Montage Pylône •
- Audits/Remise en conformité •
- Visites Techniques •
- Prises de Côtes Pylônes •

CONSULTING

- Chef de Projet télécom •
- Ingénieur Radio •
- Architect Réseaux •
- Conducteur de Travaux •

candidatures@tsi14.com



Est un bureau d'étude spécialisé dans les structures métalliques pour pylônes de télécommunication et mâts en toiture, basée dans le Calvados à Condé sur Seulles.

BET-ING14 est constituée d'ingénieurs et dessinateurs projeteurs assurant la réalisation des notes de calcul structure et fondation, plans de fabrication et d'assemblage de structures, plans de coffrage et ferrailage des fondations et la préparation de la nomenclature des pylônes.

Vous souhaitez nous rejoindre ?

Déposez votre candidature à l'adresse mail suivante

NOS COLLABORATEURS ONT POUR MISSIONS

De rédiger des Notes de Calculs (Maitrise ses outils, Robot, Autocad, Tekla ...)

D'effectuer des calculs de structures aux normes eurocodes

D'effectuer des calculs de dimensionnement de fondations en béton armé

De réaliser des plans de Structures Métallique

candidatures@bet-ing14.com



*Des Hommes,
un Savoir Faire,
une PME...*

TRAVAUX PUBLICS

Réhabilitation AEP / Assainissement / BT / MT /
Telecom Fonçage / Génie Civil

Présent sur la région Rhône Alpes Auvergne, l'entreprise CHOLTON vous propose ses services pour la réalisation de chantier relatif à la construction de réseaux.

- ▶ Eau Potable
- ▶ Eaux Usées
- ▶ Eaux Pluviales
- ▶ Réhabilitation
- ▶ Fonçage
- ▶ Electromécanique
- ▶ Génie Civil



SIÈGE
197 ancien canal de la Madelaine
Saint-Maurice-sur-Dargoire
69440 CHABANIERE

www.choltonserp.com

Tél. : 04 77 29 61 10
Fax : 04 77 29 65 05

Le nucléaire recrute... avec quelques difficultés...

La récente intervention de Jean-Bernard LEVY (PDG d'EDF) lors de la Rencontre des Entrepreneurs de France des 29 et 30 août 2022 était on ne peut plus claire sur la situation des compétences de l'industrie nucléaire française. Avec une injonction légale de fermer 12 centrales nucléaires entre 2025 et 2035 nous manquons cruellement d'équipes qualifiées pour mener à bien l'ensemble de nos projets et défis dans le nouveau nucléaire.

En ne considérant que le nouveau nucléaire, pour mener à bien le démarrage de Flamanville 3, la poursuite du programme EPR en UK (Hinkley Point C et Sizewell C), le programme EPR2 (6+8 réacteurs EPR en France), le développement des petits réacteurs modulaires NUWARD, les EPR en Inde (6 réacteurs) pour ne citer que ces enjeux, les besoins du tissu industriel en ingénieurs, chercheurs et techniciens sont de 6 à 8 000 embauches annuelles pour les 15 prochaines années selon l'institut international de l'énergie nucléaire.

Plus concrètement encore, pour construire 2 EPR il faudra en phase de pic d'activités environ 7 000 personnes. Actuellement sur un site comme celui de Gravelines qui travaille sur les chantiers de prolongation de vie de ses réacteurs : 3 600 personnes se relaient 9 mois de l'année sur 12 (environ 2 500 personnes le reste de l'année). Enfin, pour construire le site d'enfouissement des déchets de Bure, 1 500 personnes se succéderont chaque jour sur le chantier pendant

PARCOURS

Thomas BRUYERES

IMT Nord Europe, promo 2004

Chef de Service Sûreté Nucléaire et Environnement Edvance.

près d'une décennie, en sachant que le village de Bure compte actuellement 85 habitants...

En tant que chef du service Sûreté Nucléaire et Environnement d'Edvance, filiale EDF-Framatome en charge des activités du nouveau nucléaire pour le groupe EDF, mon défi n°1 est de réussir à recruter, développer et pérenniser les compétences de mes équipes au service des projets ainsi que réussir à stabiliser un éco-système industriel en capacité de répondre à nos enjeux de compétences via une stratégie industrielle ambitieuse. Cela passe par un travail

conséquent d'écoute des besoins en compétences de nos clients, les projets, de créations de parcours professionnels adaptés permettant de disposer à la fois d'une réelle capacité de production mais également de l'expertise associée, en nombre, et de compréhension du champ de contraintes de notre tissu industriel.

Les opportunités de carrières dynamiques, enrichissantes et ayant du sens pour l'avenir de notre société sont réelles dans notre industrie. Néanmoins, encore faut-il que les écoles et universités puissent former à nos besoins et que la filière nucléaire suscite des vocations. Si un mouvement positif est dorénavant visible, les nombreuses incompréhensions et fausses informations / idées reçues qui gravitent autour du nucléaire limitent encore fortement la capacité du tissu industriel à se gréer à la hauteur des besoins, ralentissant significativement l'exécution de nos projets et donc la décarbonation de notre société. ■



→ Source : Freepik

Le nucléaire : enjeux et perspectives

L'emploi dans le nucléaire

Exploitant nucléaire un métier à risque ?

Travailler dans le milieu industriel, qui plus est dans une centrale nucléaire comporte son lot de risques au quotidien. Qu'ils soient conventionnels, radiologiques ou électriques... les enjeux sont multiples mais souvent très mal connus à l'extérieur de nos murs.

Savez-vous par exemple, quel est le risque le plus présent sur nos centrales ?

La réponse semble évidente : le risque radiologique ! et pourtant... Sur un site nucléaire seule une petite partie de nos installations est soumise à celui-ci, elle s'appelle la « ZC » ou « Zone Nucléaire » et comporte trois bâtiments : le « Bâtiment Réacteur » où se situe la fission, le « Bâtiment Combustible » où est notamment entreposé le combustible usé et le « Bâtiment des Auxiliaires Nucléaires » qui comporte les circuits connectés au circuit principal.

En dehors de ces trois bâtiments, la radioactivité ambiante en centrale nucléaire n'est pas affectée par l'activité industrielle. C'est par exemple le cas en salle des machines (Turbine, alternateur, condenseur etc.), en station de pompage (matériels liés à la source froide) ainsi que dans l'ensemble des bureaux du site.

En « ZC » le risque radiologique est quantifié dans chacun des locaux et indiqué à l'entrée de ceux-ci. Les « points chauds » qui correspondent à des zones à forte activité sont identifiés (vannes, tuyauteries etc.). La majorité de la ZC connaît des niveaux de radioactivité inférieurs à 0,5mSv/h. Le personnel y cheminant est équipé d'appareils de mesure en temps réel qui garantissent le respect des limites réglementaires.

PARCOURS



M. WLODARCZAK
IMT Nord Europe, promo 2009

Chef d'Exploitation sur la centrale nucléaire de Gravelines détaché sur le projet "Tranche en marche" qui coordonne les activités pour les réacteurs couplés au réseau électrique, et responsable pédagogique des enseignements du nucléaire à l'IMT Nord Europe

Et puisqu'on en parle, la limite réglementaire de dose reçue pour un travailleur du nucléaire est de 20mSv par an (unité de mesure de dose reçue). La quasi-totalité des travailleurs du secteur ne dépassent pas le mSv à l'année. Dans le même temps, un habitant de Bretagne recevra environ 4,4 mSv de radioactivité naturelle (source IRSN), un patient effectuant un scanner corps entier environ 8mSv.

Même si le risque radiologique est pris très au sérieux (et heureusement !), il ne constitue pas le risque principal du secteur en phase d'exploitation des réacteurs.

L'incendie : risque commun à tous les sites industriels...

Comme dans tous les sites industriels, le risque incendie est le risque présentant la probabilité d'occurrence la plus importante : circuit vapeur ou d'huile, substance chimiques diverses, activités de soudures sont autant d'éléments pouvant générer des départs de feu en cas de négligences. Pour contenir ce risque des parades existent :

- Limitation des charges calorifiques
- Système de détection de flamme et fumée
- Répartition des matériels sensibles dans différents secteurs de feu
- Présence permanente d'une équipe formée à la lutte contre incendie

Dans le contexte actuel de maintenance massive sur les installations, nos équipes sont souvent sollicitées pour analyser des coactivités et doivent prioriser les chantiers pour limiter les apports de matériaux/matériels dans les zones sensibles comme les locaux électriques ou de relayage. La « culture incendie » est probablement la mieux entretenue au sein des personnels travaillant en centrale. Tous les deux ans, la grande majorité d'entre nous sommes formés à l'utilisation des moyens d'extinction conventionnels et au déclenchement des alertes, avec au passage quelques rappels également utiles dans la vie de tous les jours (pas d'eau sur un feu de friteuse amis nordistes !)



Les risques conventionnels à ne surtout pas négliger

Travaux en hauteur, levage, tuyauterie sous pression et à plus de 200°C, utilisation d'acide hautement concentrée, intervention dans une armoire électrique... sont autant de sources potentielles de danger auxquelles sont confrontées une part importante des employés des centrales nucléaires. Là aussi, la parade principale est la formation qui s'adapte aux différents profils d'intervenants, elle se conclue par l'obtention d'une habilitation spécifique qui permet à un salarié de travailler en présence d'un risque considéré selon différents niveaux.

Malheureusement des accidents surviennent encore et bien que rares, leurs conséquences sont dramatiques.

La prévention accrue contre le risque terroriste

Selon moi, il s'agit de la plus grande évolution vécue par le nucléaire civil ces 10 dernières années. Le discours et les actions pour se prémunir du risque terroriste se sont musclés : contrôle avant accès sur site, rideaux sécuritaires, procédure d'alerte réactive, présence permanente d'une force armée, entraînement régulier... Même si de nombreux dispositifs existaient déjà au début des années 2000, nous avons intensifié nos entraînements en collaboration avec les pouvoirs publics.

Ce risque bien que contenu et géré principalement par les forces de polices et de gendarmerie, demeurent un facteur de préoccupation pour les salariés.

Régulièrement, des exercices ayant pour but de tester la capacité d'alerte du personnel ont lieu avec une nouveauté depuis quelques années : un volet important lié à la cybersécurité.

Cela dit, il est bon de rappeler que le risque principal quand on vient travailler sur un site nucléaire... et de vouloir y consacrer le reste de sa carrière ... tant le travail que l'on y exerce peut s'avérer passionnant ! ■

BUROBOX intervient dans **3 domaines**



LOGEMENTS NEUFS

Spécialisée dans la plâtrerie
et menuiseries intérieures



RÉNOVATION

Spécialisée
tous corps d'état



TERTIAIRE

Spécialisée
dans l'aménagement moderne

BUROBOX est une entreprise de Bâtiment
créée en 2007, avec à ce jour un effectif
de 14 personnes.



22 Rue Jean Mermoz 75008 PARIS
contact@burobox.fr

01 40 07 51 14

BUROBOX

a comme **principaux clients** :

- ALIOS DEVELOPPEMENT
- LES NOUVEAUX CONSTRUCTEURS
- EDOUARD DENIS
- BOUYGUES IMMOBILIER
- PROMOGIM
- PIERREVAL
- ARC PROMOTION
- QUARTUS
- ATLAND

Rôle de l'ASN et d'un inspecteur de la sûreté nucléaire

Après 5 années en bureau d'étude, j'ai passé et réussi le concours d'Ingénieur de l'Industrie et des Mines (IIM). J'ai ainsi pu accéder à un poste d'inspecteur de la sûreté nucléaire à la division de Marseille de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Après 5 années en bureau d'étude, j'ai passé et réussi le concours d'Ingénieur de l'Industrie et des Mines (IIM). J'ai ainsi pu accéder à un poste d'inspecteur de la sûreté nucléaire à la division de Marseille de l'Autorité de sûreté nucléaire.

Dans cet article je reprendrai une partie de la description de l'ASN (missions, activités contrôlées et organisation), pour descendre ensuite au niveau des missions d'un inspecteur de la sûreté nucléaire en division au niveau du dernier paragraphe.

Les trois paragraphes suivants décrivant l'ASN sont basés sur le rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2021.

Fruit d'un travail collectif d'analyse et de synthèse auquel participent toutes les entités de l'ASN, le Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et la radioprotection en France constitue un document de référence qui dresse chaque année un état des évolutions comme des difficultés constatées au sein des organismes contrôlés par l'ASN.

Ingénieur de l'Industrie et des Mines

Ce corps de la fonction publique d'État, a vocation à veiller au fonctionnement des activités industrielles au travers :

- de missions de contrôle (inspection de la sûreté nucléaire, contrôle des

PARCOURS



Yohann UZAN

IMT Mines Albi, promo 2011

Il est depuis 2018 inspecteur de la sûreté nucléaire au pôle LUDD « laboratoires, usines, démantèlement, déchets » de la division de Marseille de l'ASN¹.

barrages, contrôle de la métrologie légale (poids et mesures), inspection des installations classées pour la protection de l'environnement, contrôle des véhicules lourds, inspection du travail des mines et carrières, inspection de la sécurité des matières nucléaires, etc.)

- de missions d'accompagnement de projet industriel (financement de pôles de compétitivité, aide aux projets collaboratifs d'entreprises, analyse sectorielle de l'industrie, veille technologique, normalisation, etc.).

Le corps des IIM s'oriente également désormais vers les métiers du numérique, pour accompagner la transformation numérique de l'État et des entreprises.

POUR + D'INFORMATIONS

www.sniim.com/le-corps-des-iim

Les missions de l'ASN

Créée par la loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est une autorité administrative indépendante chargée du contrôle des activités nucléaires civiles en France. L'ASN assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement. Elle informe le public et contribue à des choix de société éclairés.

1. Art. L591-1 du code de l'environnement : « La sûreté nucléaire est l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires de base ainsi qu'au transport des substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets »
2. Art. L591-1 du code de l'environnement : « La radioprotection est la protection contre les rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement »

Le nucléaire : enjeux et perspectives

L'emploi dans le nucléaire

Les principales missions de l'ASN sont les suivantes :

▪ **Réglementer** : L'ASN contribue à l'élaboration de la réglementation, en donnant son avis au Gouvernement sur les projets de décret et d'arrêté ministériel et en prenant des décisions réglementaires à caractère technique. Elle s'assure que la réglementation est claire, accessible et proportionnée aux enjeux.

▪ **Autoriser** : L'ASN instruit l'ensemble des demandes d'autorisation individuelles des installations nucléaires. Elle accorde les autorisations, à l'exception des autorisations majeures des installations nucléaires de base (INB) telles que la création et le démantèlement. L'ASN délivre également les autorisations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives.

▪ **Contrôler** : inspecter et sanctionner. L'ASN vérifie le respect des règles et des prescriptions auxquelles sont soumises les installations et activités entrant dans son champ de compétence. L'inspection représente l'activité de contrôle principale de l'ASN. Près de 1 900 inspections ont ainsi été réalisées en 2021 dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. L'ASN dispose de pouvoirs de coercition et de sanction gradués (mise en demeure, amende administrative, astreinte journalière, possibilité de procéder à des saisies, prélèvements ou consignations, etc.). L'amende administrative relève de la compétence d'une commission des sanctions placée au sein de l'ASN, respectant le principe de séparation des fonctions d'instruction et de jugement.

▪ **Contribuer à la gestion des situations d'urgence** : L'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation prises par l'exploitant. Elle informe le public et ses homologues étrangers de la situation. L'ASN assiste le Gouvernement. En particulier, elle adresse aux autorités compétentes ses recommandations sur les mesures à prendre au titre de la sécurité civile.

▪ **Informers les publics** : L'ASN rend compte de son activité au Parlement. Elle informe le public et les parties prenantes (associations de protection de l'environnement, commissions locales d'information, médias, etc.) de son activité et de l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en

France. L'ASN permet à tout citoyen de participer à l'élaboration de ses décisions ayant une incidence sur l'environnement. Elle soutient l'action des commissions locales d'information placées auprès des installations nucléaires. Le site Internet asn.fr est le mode privilégié d'information de l'ASN.

Les activités et installations contrôlées par l'ASN

Les activités et installations contrôlées par l'ASN sont diversifiées :

- 56 réacteurs nucléaires produisant 70 % de l'électricité consommée en France, ainsi que le réacteur EPR de Flamanville en construction ;
- environ 80 autres installations participant à des activités de recherche civile, à des activités de gestion de déchets radioactifs ou à des activités du « cycle du combustible » ;
- 35 installations définitivement arrêtées ou en démantèlement ;
- plusieurs milliers d'installations ou d'activités dans lesquelles sont utilisées

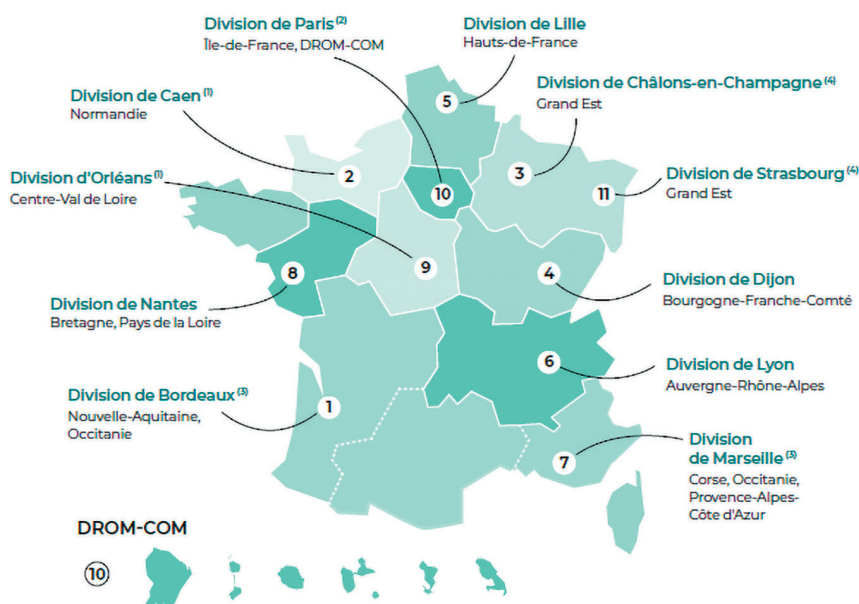
des sources de rayonnements ionisants à des fins médicales, industrielles ou de recherche ;

- plusieurs centaines de milliers d'expéditions de substances radioactives réalisées annuellement sur le territoire national.

Organisation de l'ASN

L'ASN dispose de services placés sous l'autorité de son président. Les services sont dirigés par un directeur général, nommé par le président de l'ASN. Ils assurent les missions de l'ASN au quotidien. Ils se composent :

- de services centraux, organisés par thématiques, qui pilotent leur domaine d'activité à l'échelle nationale ;
- de 11 divisions territoriales, compétentes sur une ou plusieurs régions administratives, de façon à couvrir l'ensemble du territoire national et les collectivités territoriales d'outre-mer. Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle de terrain sur les installations nucléaires, les transports de substances radioactives et les activités du nucléaire de proximité. (Fig.1)



- (1) Les divisions de Caen et Orléans interviennent respectivement dans les régions Bretagne et Ile-de-France pour le contrôle des seules INB.
- (2) La division de Paris intervient en Martinique, Guadeloupe, Guyane, Mayotte, Réunion, Saint-Pierre-et-Miquelon.
- (3) Les divisions de Bordeaux et Marseille assurent conjointement le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans la région Occitanie.
- (4) Les divisions de Châlons-en-Champagne et Strasbourg assurent conjointement le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans la région Grand Est.

➔ Fig. 1 : Divisions territoriales de l'ASN

Missions d'un inspecteur de la sûreté nucléaire à l'ASN

Préalablement à l'habilitation d'inspecteur de la sûreté nucléaire, j'ai suivi un cursus dense et riche de formation d'environ 6 mois qui m'a permis d'avoir un socle de connaissances permettant d'accomplir les différentes missions d'un inspecteur.

Le panel d'activités nucléaire contrôlé par le pôle « laboratoires, usines, démantèlement, déchets » de la division de Marseille est très riche puisque concerne 30 installations nucléaires de base (INB) :

- le centre CEA de Cadarache (21 installations nucléaires) ;
- le projet international ITER de réacteur à fusion nucléaire ;
- les installations nucléaires civiles du site nucléaire de Marcoule (5 installations nucléaires et 1 installation en projet) parmi lesquelles figurent le réacteur PHENIX exploité par le CEA (réacteur à neutron rapide en cours de démantèlement) et l'usine MELOX exploitée par AREVA NC (usine de fabrication d'assemblage de combustibles MOX) ;
- l'irradiateur industriel GAMMASTER à Marseille ;
- l'installation d'entreposage ECRIN sur le site de Malvési

Mes missions en tant qu'un inspecteur de l'ASN en division dans le domaine de la sûreté nucléaire s'orientent autour de :

▪ l'inspection (13 inspections par an en pilotage et environ 13 en copilotage par an).

Ces inspections ont notamment pour objectifs de vérifier par sondage sur le terrain le respect de la réglementation applicable à l'installation (arrêté INB, décisions de l'ASN, règles d'exploitation de l'installation,...). Le programme d'inspection est élaboré pour couvrir périodiquement un large panel de thématique. Une évaluation de l'exploitant par l'ASN est réalisée annuellement, elle permet également d'orienter le programme d'inspection en définissant des thèmes prioritaires d'inspection pour l'année suivante. Cette évaluation alimente également le rapport annuel de l'ASN sur la sûreté des installations.

▪ le suivi de la déclaration et du traitement des incidents.

Certains événements doivent faire l'objet d'une déclaration auprès de l'ASN et d'une analyse approfondie par l'exploitant. En tant qu'inspecteur on vérifie la qualité de l'analyse produit par l'exploitant, la pertinence du plan d'action qui en découle et le bon déroulement de celui-ci.

Quand la gravité de l'évènement le justifie, une inspection réactive au plus proche de l'évènement peut être réalisée. Ces inspections permettent de vérifier les premières actions correctives mises en place « à chaud » par l'exploitant et d'avoir une première vision du contexte technique et humain de l'évènement et de ses conséquences potentielles ;

▪ l'instruction des demandes de modifications de l'INB.

L'instruction a notamment pour objet de vérifier que la modification proposée par l'exploitant ne présente pas une régression du point de vue de la sûreté et de la protection de l'environnement. Cette instruction se fait selon le principe de proportion aux enjeux. Sur les sujets avec une forte composante technique, maîtrise des réactions nucléaires en chaîne par exemple, l'IRSN, appui technique de l'ASN peut être saisie afin de remettre un avis technique sur la modification proposée ;

▪ l'instruction, au plan local, des dossiers administratifs relatifs à la création, la modification, le réexamen de sûreté, le démantèlement et les rejets des installations.

Ces instructions qui sont plutôt sur le temps long (plusieurs années) sont généralement pilotées au niveau des services centraux de l'ASN à Montrouge, certains dossiers peuvent cependant être affectés en division en fonction des disponibilités de chacun.

▪ participer à la rédaction de la réglementation, particulière (prescription technique) ou générale (décision application à toutes les installations) via des groupes de travail.

Ces missions constituent le cœur de métier de l'inspecteur et peuvent être complétées par d'autres missions connexes ou transverses : contribuer à l'information du public, notamment dans le cadre des commissions locales d'information, de groupes de travail nationaux.

Le métier d'inspecteur de la sûreté nucléaire à la division de Marseille est un métier véritablement intéressant et enrichissant notamment pour les raisons suivantes :

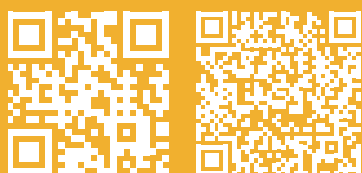
- le champ technique et réglementaire balayé est tellement vaste, qu'il est capable d'alimenter une personne curieuse comme moi pour très longtemps,
- la diversité des installations contrôlées sur le périmètre de la division de Marseille (à différents stades de vie (en constructions, en exploitation, en démantèlement),
- le niveau de qualification des exploitants d'installations nucléaires permet d'avoir généralement un dialogue riche et globalement constructif,
- la réglementation des INB présente plusieurs niveaux de subtilité et a globalement plutôt tendance à fixer des objectifs que des moyens. L'inspecteur de la sûreté à donc un rôle important pour vérifier quels moyens ont été mis en œuvre par l'exploitant et la bonne atteinte des objectifs fixés par la réglementation,
- l'ASN est une structure à taille humaine d'environ 500 agents, bien organisée (un peu trop diront certaines personnes) et qui dispose globalement de plus de moyens que d'autres administrations de contrôle. La taille de l'ASN facilite le travail en équipe, via des groupes techniques ou des développements d'outils spécifiques à l'ASN. Si tu as des idées et des souhaits d'évolution, le système te permet de les proposer et de les mettre en œuvre. ■

3. Le pilote d'une inspection organise l'inspection, prépare l'ordre du jour, dirige l'inspection et rédige les courriers et documents de suite d'inspection. Le copilote assiste le pilote en apportant un point de vue complémentaire sur le déroulé de l'inspection.

4. Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base.

Sources

RAPPORT DE L'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2021



Le nucléaire : enjeux et perspectives

L'emploi dans le nucléaire

Être ingénieur projets chez Tractebel pour EDF

Tractebel est une société d'ingénierie d'origine belge, filiale du groupe Engie. Elle compte environ 5 000 collaborateurs dans le monde et est spécialisée dans 4 grands domaines : l'énergie, l'urbain, l'hydraulique et le nucléaire. Je suis rattaché à la direction nucléaire au sein de l'agence de Marseille où j'exerce un rôle d'ingénieur projets. Je travaille actuellement pour des projets en lien avec le Grand Carénage d'EDF.

Qu'est-ce que le programme du Grand Carénage ?

Il s'agit d'un programme industriel engagé par EDF depuis 2014 qui vise à rénover et moderniser les centrales nucléaires existantes. Ce programme compte plusieurs projets avec pour objectif :

- Rénover ou remplacer les gros composants arrivant en fin de vie technique ;
- Réaliser les modifications nécessaires à l'amélioration de la sûreté de nos centrales ;
- Assurer la pérennité de la qualification des matériels après 40 ans.

Pour la réalisation de ces projets EDF fait appel à de nombreuses sociétés externes dont Tractebel. Côté EDF je suis rattaché à la DIPDE.

Qu'est-ce que la DIPDE ?

La DIPDE signifie Division de l'Ingénierie du Parc Nucléaire, de la Déconstruction et de l'Environnement. C'est une entité d'EDF qui assure les études d'ingénierie et la réalisation des travaux d'amélioration des îlots nucléaires des réacteurs français existants ainsi que les études d'ingénierie des projets de déconstruction pour les réacteurs à l'arrêt. Cette division, dont le siège est basé à Marseille, compte environ 2 000 salariés.

PARCOURS



Hugo PERRIN
IMT Nord Europe, promo 2020

Il est actuellement ingénieur projets chez Tractebel (Groupe Engie).

Présentation du parc nucléaire existant

Le parc nucléaire français comprend actuellement un total de 56 réacteurs à eau sous pression (REP) en exploitation et un réacteur EPR (European Pressurized water Reactor) en cours de construction à Flamanville.

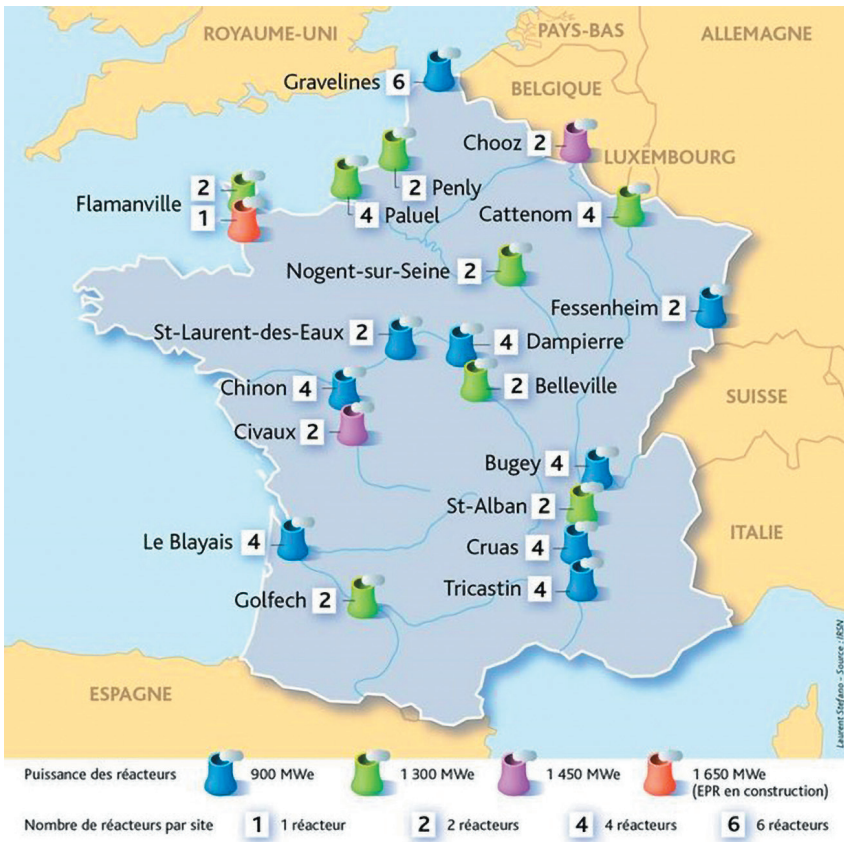
Concernant les réacteurs actuellement en exploitation, ceux-ci sont implantés sur 18 sites. Chaque centrale nucléaire possède 2 à 6 réacteurs, aussi appelés « tranches ». Les réacteurs possédant des caractéristiques identiques sont regroupés

en paliers (CPO, CPY, P4, P'4 et N4). On distingue ainsi :

- 32 réacteurs de 900 MWe : 4 réacteurs du palier CPO (4 à Bugey), et 28 réacteurs du palier CPY (4 à Tricastin, 6 à Gravelines, 4 à Dampierre, 4 à Blayais, 4 à Chinon, 4 à Cruas et 2 à Saint-Laurent).
- 20 réacteurs de 1 300 MWe qui se subdivisent en deux paliers : le palier P4 avec 8 réacteurs (4 à Paluel, 2 à Saint-Alban et 2 à Flamanville) et le palier P'4 avec 12 réacteurs (2 à Belleville sur Loire, 4 à Cattenom, 2 à Golfech, 2 à Nogent sur Seine et 2 à Penly).
- 4 réacteurs de 1 450 MWe qui forment le palier N4 (2 à Chooz et 2 à Civaux).

Qu'est-ce qu'être un ingénieur projet à EDF-DIPDE ?

L'ingénieur projets chez EDF pilote des affaires qui lui sont confiées. Pour cela il coordonne les différents acteurs de l'affaire (chargés d'études, cellule de chiffrage des solutions, fournisseurs...) et gère les interfaces entre ces différents contributeurs. Il organise ainsi différentes réunions de « pilotage », de cadrage, de coordination ou d'avancement qui sont nécessaires au bon déroulement de ses affaires. L'ingénieur projets est responsable du respect du planning et de la maîtrise des coûts de ses affaires. Il effectue un reporting hebdomadaire et mensuel de l'avancée de ses affaires au chef de projet et rédige les différents



← Carte de France avec les réacteurs nucléaires.
Source : IRSN - Laurent STEFANO

Vient ensuite la phase de développement permettant de faire les études sur la solution retenue. La fin de cette phase est marquée par le passage du Jalon C qui correspond à la validation de l'engagement des dépenses.

On rentre ensuite dans la phase de réalisation qui permet d'exécuter les études de réalisation, l'approvisionnement et le montage de la modification envisagée. Après validation sur un site pilote, cette dernière est déployée sur l'ensemble des réacteurs concernés. La phase de réalisation se termine par la clôture du projet.

Quels sont des exemples d'affaires sur lesquels tu travailles actuellement ?

Les affaires sur lesquelles travaillent un ingénieur projets peuvent être assez variées. Il peut s'agir d'affaires en lien avec de la mécanique, de l'électricité, du génie-civil, ... Actuellement, je m'occupe de 3 affaires qui concernent des modifications à effectuer sur les centrales nucléaires possédant des réacteurs de puissance 1 300MWe. Ces modifications permettent d'améliorer la sûreté de nos centrales nucléaires.

La première consiste à protéger les centrales nucléaires de l'aléa climatique foudre. Suite aux évolutions des normes et de la méthodologie de prise en compte de l'agression foudre, l'ajout de matériels

livrables associés : note d'organisation de l'affaire, document de conception, analyses de risques (conception, risques sociaux, organisationnels et humains, cadre réglementaire), etc. Il capitalise également sur le retour d'expérience lié à son affaire.

Quelles sont les qualités que doit posséder un ingénieur projets ?

L'ingénieur projets doit avant tout être doté d'un bon esprit de synthèse et posséder de bonnes capacités rédactionnelles et de communication. Il doit également pouvoir s'appuyer sur un solide bagage technique afin d'intégrer facilement le contexte et être en mesure de dialoguer avec les experts des domaines concernés. Enfin, il doit faire preuve d'une forte capacité d'adaptation afin d'intervenir face à des situations imprévues.

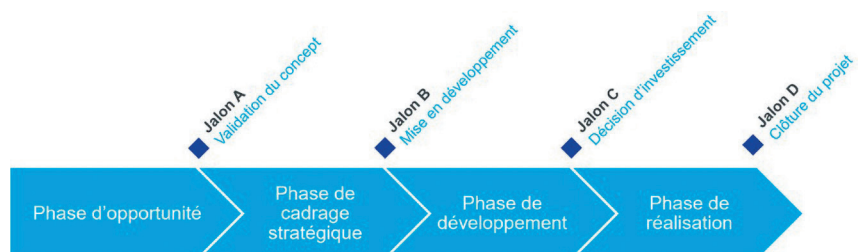
→ Les phases d'une affaire chez EDF-DIPDE.
Réalisation : Hugo PERRIN

Les phases d'une affaire chez EDF-DIPDE

La vie d'une affaire est divisée en 4 grandes phases dont la fin est matérialisée par le passage d'un jalon.

La phase d'opportunité correspond à l'expression du besoin. L'ingénieur projets commence à intervenir après le Jalon A, correspondant à la validation du concept par la direction des projets.

La phase de cadrage stratégique permet de faire les études de faisabilité et se termine par le Jalon B dans lequel un choix entre différentes solutions est effectué afin de retenir la solution optimum.



Le nucléaire : enjeux et perspectives

L'emploi dans le nucléaire

est nécessaire afin de protéger les installations contre la foudre et les interférences électromagnétiques externes. Pour cela des études ont été effectuées afin de déterminer les cibles potentielles aux différents effets de la foudre (caméras, coffrets électriques, tuyauteries...) puis de définir les protections à mettre en place.

La modification consiste principalement à :

- L'ajout de parafoudres ;
- L'ajout de paratonnerres (pointes captatrices) ;
- L'ajout de chemins de câbles capotés autour des câbles circulant en toiture ou en façade et qui en sont dépourvus ;
- L'ajout de bornes de terre et raccord de tous les équipements métalliques et conducteurs aux bornes de terre nouvellement créées ;
- Des compléments au réseau de masse et rajouts de conducteurs d'équipotentialité afin de maîtriser les surtensions et les différences de potentiel.

La deuxième affaire concerne le remplacement des paliers des pompes du circuit RCV. Le circuit RCV, circuit de contrôle chimique et volumétrique du réacteur, est l'un des principaux circuits auxiliaires d'une centrale nucléaire. Il permet de :

- Ajuster la concentration du bore dans l'eau du circuit primaire ;
- Ajuster la masse d'eau dans le circuit primaire en fonction des variations de température ;
- Maintenir la qualité de l'eau du circuit primaire, en réduisant sa teneur en produits de corrosion grâce à l'injection de substances chimiques.

Suite à la canicule de 2003, EDF a décidé de vérifier la tenue à long terme des matériels importants impliqués dans la sûreté vis-à-vis des températures susceptibles d'être atteintes dans certains locaux. Des études thermiques ont alors été effectuées afin de :

- Déterminer les températures maximales admissibles pour les composants des pompes RCV ;
- Déterminer les températures maximales susceptibles d'être atteintes dans les locaux des pompes RCV dans les pires conditions (canicule cumulée à une perte de ventilation).

Les résultats de ces études ont montré que les températures maximales susceptibles d'être atteintes sont supérieures à celles admissibles par certains composants. Dans le cadre du réexamen de sûreté des centrales nucléaires 1300MWe et afin de garantir le bon fonctionnement des pompes RCV il est nécessaire de remplacer les matériels non robustes. Ici, la modification consiste à remplacer les paliers des pompes RCV à iso-fonctionnalité et iso-dimension par de nouveaux plus résistants à des températures élevées.

Enfin, la dernière affaire sur laquelle je travaille consiste à remplacer les capteurs de température qui sont devenus obsolètes. Ces capteurs permettent de réguler la ventilation dans des locaux contenant du matériel électrique et de remonter une alarme en salle de commande en cas de température anormale. Il s'agit d'un remplacement à iso-fonctionnalité et iso-dimension.

Ces trois affaires, sont actuellement en phases de cadrage stratégique ou de développement.

En conclusion, qu'est-ce qui te plaît dans ton travail ?

Ce qui me plaît dans le métier d'ingénieur projet, c'est la diversité des tâches réalisées au cours de la vie d'une affaire. On est amené à intervenir autant sur de la technique que sur des points liés à la gestion de projet comme la planification ou le processus achat. On a ainsi une vision globale de l'affaire dont on est responsable. J'apprécie également le côté relationnel qui est très présent. L'ingénieur projet est en contact direct avec de nombreux interlocuteurs et entités d'EDF : les chargés d'études, la cellule responsable du chiffrage de la solution, les achats, la planification, le pôle Sécurité, les correspondants des centrales ... Il y a aussi la possibilité de travailler sur des thématiques diverses, faisant intervenir des domaines métiers variés comme l'électricité, la mécanique, le génie-civil ou le contrôle commande. ■



LES SABLIERES DU LITTORAL

VENTE & LIVRAISON POUR PROFESSIONNELS & PARTICULIERS

Sables & graviers - Limon - Terre - Tout venant Galets Enrobé à froid - Sables & graviers décoratifs - BigBag
Produits recyclés - Blocs Béton empilables

Sablière de Maraussan Tél : 04.67.90.31.19 Route de Villenovette 34370 Maraussan	Dépôt Z.I. Le Capiscol Tél : 04.67.35.25.40 2 rue Jean-baptiste Perrin Z.I. le capiscol 34500 Béziers	Dépôt route de Murviel Tél : 04.67.49.14.37 65 bis route de Murviel 34500 Béziers Sortie Béziers Four à chaux
--	--	--

Retrouvez tous nos produits sur : www.soulages-batp.com



Vous avez les projets, nous avons la Dream ITeam !

CharliGroup est une agence de conseil en expertise technique et management de projets. Nous répondons aux **besoins IT** de nos clients à travers **4 filiales spécialisées** : Cybersecurity - Network & Security - Data & Digital - Systems & Cloud

Notre force est de répondre aux problématiques liées aux métiers de l'infrastructure dans tous les domaines grâce à une **expertise forte**. Nous proposons à nos clients des collaborateurs qui évoluent en permanence sur les **dernières avancées** ou **technologies** du marché, grâce à nos formations spécialisées et notre suivi personnalisé. Nos équipes interviennent sur différents projets de grandes envergures, sur les métiers d'ingénierie niveau 2 et 3, d'architecture et d'expertise technique.

Contactez-nous pour vos projets

commerce@charligroup.com

Network & Security

Nous intervenons sur les problématiques réseau et sécurité liées au datacenter, en sein d'environnements techniques complexes. Nos ingénieurs agissent au sein d'environnement de production sur des projets d'intégration.

Nos métiers

Réseau Cisco, Sécurité Firewalling, automation...



Data & digital

Nous accompagnons nos clients tout au long de leurs projets de transformation digitale de la phase d'audit jusqu'au pilotage opérationnel.

Nos métiers

Ingénieur Big Data - Cloud - Data Science



Systems & Cloud

Nous intervenons sur des sujets systèmes multiples, Windows et Linux dans des environnements DevOps. Nos ingénieurs opèrent au sein d'environnement full Cloud sur des sujets techniques complexes qui allient plusieurs environnements.

Nos métiers

Système Windows, Linux, Développement



Cybersecurity

Pure-player cybersécurité avec une double compétence technique et fonctionnelle, nous intervenons sur des projets à forte valeur ajoutée autour des problématiques GRC, IAM et sécurité opérationnelle auprès des clients grands comptes (BNP, SG, Bouygues Télécom...)



CharliGroup, la Startup futée où les spécialistes de l'IT trouvent leur bonheur professionnel ET personnel !

Notre état d'esprit, c'est la volonté de travailler de manière **plus humaine** : allier expertise, excellence et bien être pour tous nos collaborateurs.

L'épanouissement personnel est une de nos valeurs centrales. Le quotidien de nos consultants s'organise autour de trois axes : **la collaboration**, **la transformation** et **la formation**, adaptées aux ambitions de chacun et alignées avec le marché mouvant de l'IT et les besoins de nos clients.

Aussi, chez CharliGroup, nous ne faisons pas de différence : **salariés comme indépendants** ont accès aux formations et certifications, sans oublier les évènements ! Nous sommes experts mais pas que ! Fédérer autour de **projets communs** au-delà des missions fait partie de nos aspirations !

Rejoignez l'agence IT où il fait bon vivre — futurcharli@charligroup.com



**TUYAUTERIE
CHAUDRONNERIE
SERRURERIE
MONTAGE**

Tél : 02 35 38 21 09

Rue Claude Bernard 76330 PORT-JÉRÔME-SUR-SEINE



*Maintenance industrielle - Nettoyage industriel
hydrodynamique T.H.P. et chimique
Traitement catalytique - Pompage liquide et pulvérisant*

**ZI. Les Hautes Vallées 76930 OCTEVILLE-SUR-MER
Tél : 02 35 44 98 55**

VAPERAIL, « Pure Player » de l'infrastructure ferroviaire, conjugue la réactivité visionnaire d'une start-up au solide savoir-faire d'un industriel. La méthode AGILE permet des développements efficaces et rapides. Chez VAPERAIL nous sommes convaincus que la voie ferrée de demain sera Eco-Responsable. C'est dans cette stratégie que s'inscrit le projet **ECOTRACK**.

« ECOTRACK : LA VOIE DURABLE »

CREATION D'UNE FILIERE D'ECONOMIE CIRCULAIRE DANS LE FERROVIAIRE

- ❑ **MISE EN PLACE D'UN PROCESSUS DE RECONNAISSANCE ET D'EVALUATION DES COMPOSANTS RECUPERES**

#DIGITAL #INTELLIGENCEARTIFICIELLE
#APPLICATION #GISEMENTS

- ❑ **IDENTIFICATION POUR CHAQUE COMPOSANT RECUPERE DE SA VALORISATION (RECYCLAGE, REABILITATION)**

Ingénieurs

- ✓ IA
- ✓ Flutter
- ✓ Python
- ✓ C
- ✓ Dev BDD

#MATERIAUX #QUANTIFICATION
#QUALIFICATION

- ❑ **MISE EN PLACE D'UN SERVICE COMPLET DE TRAITEMENT DES COMPOSANTS POUR LES ACTEURS DU FERROVIAIRE**

Techniciens

- ✓ Câblages
- ✓ Essais/installation
- ✓ Industrialisation
- ✓ CAO

#PLATEFORME #USINE4.0
#LEBONCOINDUFERROVIAIRE

Stagiaires

- ✓ Chef de projet

CV et LM

loic.treuil@vaperail.com



VNTP



CONCESSIONNAIRE EXCLUSIF VOLVO CE

EXTRACTION MINES
ET CARRIÈRES
ASSAINISSEMENT
TRAITEMENT DES
DÉCHETS
COLLECTIVITÉS
DÉMOLITION
INDUSTRIE
BÂTIMENT...

Rejoignez-nous
emploi-vandevelde.fr



URANO

VOUS AIMEZ LE BLEU ?



Rejoignez-nous !
www.urano.fr

Bureaux : Warcq (08) - Reims (51) - Serris (77)



Zanello
qualité béton

RAMERY BATIMENT - Agence ZANELLO
50420 TESSY-BOCAGE
Tél : 02.33.77.11.22
www.ramery.fr



BATIMENT

TRAVAUX PUBLICS

GENIE CIVIL

OUVRAGES D'ART

TRAITEMENT DES EAUX



CONTACTEZ-NOUS
 17 rue André Malraux 33270 FLOIRAC
 Tél. 06 70 82 57 72
 contact.techsup@gmail.com
 www.techsup.fr



Fabrication, montage et démontage de structures métalliques : charpente, structure mécano-soudées, écrans anti-bruit...



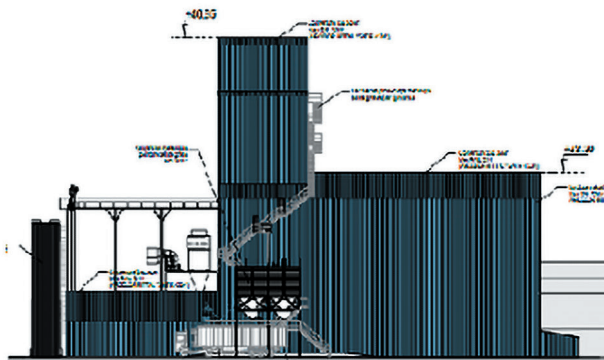
Maintenance et entretien de centrales d'enrobés et d'installation de carrières et de sablières.

NOS SAVOIR-FAIRE



Etude, diagnostics et prise d'image par drone. Nous exploitons des techniques novatrices tel que la photogrammétrie aérienne et terrestre.

ILS NOUS FONT DÉJÀ CONFIANCE



DOMAINES : AGRO-ALIMENTAIRE / PROCESS et INDUSTRIES DIVERSES

Maitrise d'oeuvre tous corps d'état
 Assistance Maître d'Ouvrage
 Réalisations Plans DAO 2D / 3D
 Dossiers Administratifs
 Adéquation ICPE
 Mise en conformité



128 avenue Fleming
 62400 BETHUNE

Port : +33 7 63 00 67 40
 Mail : jpdsm@set-france.fr

Vous en avez assez de refaire les mêmes erreurs? Vous avez besoin de développer votre résilience et votre agilité durablement? Vous souhaitez valoriser vos savoir-faire?

ENGAGEZ VOUS DANS LA VOIE DES ORGANISATIONS APPRENANTES



KIMETIS

CONSEIL EN STRATEGIE, MANAGEMENT DES ORGANISATIONS ET KNOWLEDGE MANAGEMENT

www.kimetis-consulting.com

Remise spéciale Anciens Elèves IMT -10% sur les prestations de conseil et de formation avec le code IMT_2022
 Contact: 0663476435



CONCEPTION RÉALISATION DE STATIONS DE POMPAGE ET DE TRAITEMENT D'EAU

RÉPARATION, REBOBINAGE & DISTRIBUTION POMPE ET MOTEUR

LA MAINTENANCE AU SERVICE DE L'EAU

TRAITEMENT ET VALORISATION DES DÉCHETS

ÉLECTRICITÉ AUTOMATISME DÉPANNAGE



ZA de Beauchêne 33250 Cissac / 05 56 59 71 16 / contact@xogroupe.fr

Le nucléaire : enjeux et perspectives

L'emploi dans le nucléaire

Etudiants IMT

La filière nucléaire les attire, ils nous expliquent pourquoi

Les formations sur le nucléaire n'ont pas eu le vent en poupe dernièrement, en grande partie à cause des crises qu'a connu la filière. Ces étudiants de l'IMT Nord Europe ont choisi de profiter de leurs études pour creuser ce sujet plus en profondeur, ils nous expliquent pourquoi.



Léa BARTHELEMOT

IMT Nord Europe (promo 2022) - Etudiante en Génie Atomique (INSTN)

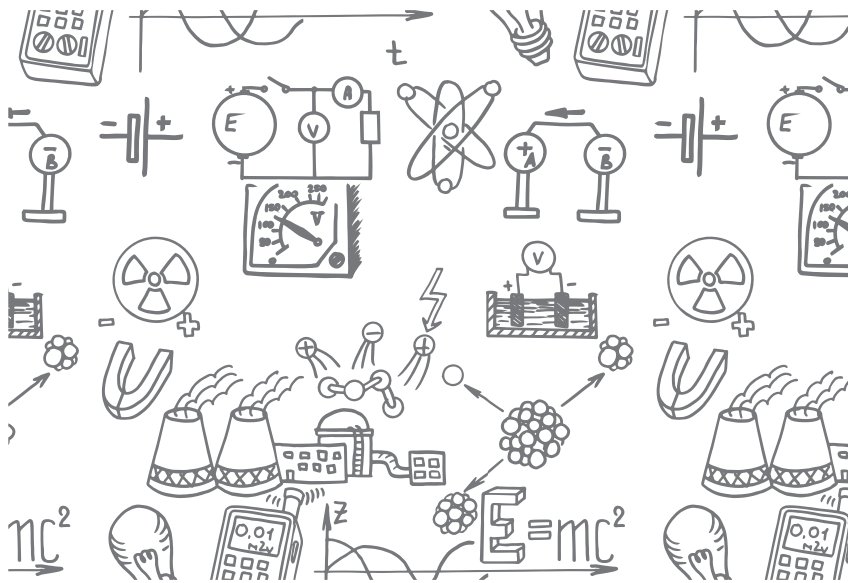
» Au cours de ma scolarité à l'IMT Nord-Europe, j'ai eu l'opportunité de suivre l'UV Génie Nucléaire, construite avec la contribution de plusieurs acteurs majeurs du marché du nucléaire : le groupe EDF, RTE qui est responsable du réseau d'électricité français, ou encore l'ASN. J'ai fait le choix de suivre ces cours après un stage dans le démantèlement. L'aperçu que j'avais pu avoir de ce domaine durant cette expérience m'a permis de déconstruire certaines idées reçues sur le sujet mais aussi de réaliser la diversité des activités du secteur. Ainsi, j'ai souhaité développer mes connaissances fondamentales sur le sujet.

Durant cette période, j'ai pu acquérir des compétences sur de nombreux sujets concernant l'ensemble du cycle du combustible, passant par le démantèlement, la sûreté, ou encore la place socio-économique de cette énergie dans le monde. A travers une étude comparative des différentes méthodes de productions d'électricité, j'ai pu réaliser que l'énergie nucléaire constituait l'une des sources d'énergie les plus propres. Le parc français se compose de 56 réacteurs et cette énergie, peu émettrice de CO₂, constitue aujourd'hui près de 80 % de la production d'électricité française, faisant de la France un des leaders mondial du marché. De plus, les méthodes employées

pour la gestion du nucléaire en terme de sûreté, de sécurité et de transparence font partie des meilleurs dans le domaine industriel. Cette énergie a depuis récemment été labellisée « verte » par la Commission Européenne.

Finalement, cette UV a été très enrichissante et m'a permis de réaliser l'importance de maintenir l'utilisation du nucléaire dans le mixte énergétique français. Ceci est d'autant plus important compte tenu de la crise énergétique et environnementale que nous vivons actuellement. En effet, cette source d'énergie constitue aujourd'hui un pilier fondamental afin de pouvoir faire face à ces crises mondiales et est à ce jour l'une des seules solutions durables qui permettent de pouvoir répondre à la demande en électricité sans cesse croissante de la population, en minimisant son impact sur le réchauffement climatique.

Par conséquent, j'ai décidé de m'investir davantage dans ce domaine passionnant en poursuivant mes études au sein de l'INSTN (Institut des Sciences et Techniques Nucléaires), cette formation possédant un partenariat avec l'IMT Nord-Europe. Ceci me permettra alors de m'investir pleinement dans la lutte contre la crise climatique. ■



Bastien ROCAFULL IMT Nord Europe (promo 2022)

Mon grand-père, diplômé de Supélec en 1954, a débuté sa carrière à la Direction des applications militaires (DAM) du CEA et a notamment participé aux premiers essais nucléaires français. L'énergie nucléaire est en quelque sorte une histoire de famille ! J'ai réalisé mon dernier stage dans le domaine de la sûreté nucléaire de défense ; l'UV "Génie nucléaire" que j'ai suivie à l'école m'a permis de comprendre les enjeux de la filière nucléaire pour la production d'électricité, et de n'avoir qu'à transposer ces nouvelles notions au domaine de la dissuasion que j'ai découvert au ministère des Armées.

La conjoncture actuelle nous montre que l'approvisionnement énergétique est un sujet fondamental, l'indépendance énergétique de la France repose principalement sur l'énergie nucléaire ; elle permet également aux français de bénéficier d'un faible coût pour leur électricité, tout en étant une source de production d'électricité pilotable. Ayant intégré l'école en tant qu'élève-ingénieur de l'industrie et des mines, je me dirige vers une carrière d'inspecteur de la sûreté nucléaire, je serai heureux de contribuer à faire progresser la sûreté des installations françaises en participant au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, pour protéger les personnes et l'environnement. ■

Romain GOULAS

IMT Nord Europe (promo 2022) - Etudiant en Génie Atomique (INSTN)

Le cours d'introduction au nucléaire dispensé à l'IMT Nord Europe par Maxime WLODARCZAK a été l'occasion d'un premier contact avec les acteurs de la filière nucléaire, et de me familiariser avec les fondamentaux de la sûreté. Après avoir réalisé un stage en CNPE et conforté mon choix de poursuivre dans le domaine du nucléaire, j'ai intégré le cursus en Génie Atomique de l'INSTN afin d'acquérir de solides connaissances techniques sur le fonctionnement des réacteurs.

La formation comporte un socle de sciences fondamentales (Physique nucléaire, neutronique, thermohydraulique) qui sert de base aux modules d'ingénierie et d'exploitation de la filière REP. L'enseignement couvre également des compétences transverses (économie du nucléaire, filières, cycle du combustible...) contribuant à acquérir une certaine culture du domaine. Les enseignements sont dispensés par les industriels du nucléaire ce qui contribue à leur qualité et assure la cohérence avec les attendus de la filière, et permet in fine une insertion sur le marché de l'emploi privilégiée.

Les travaux pratiques ainsi que les séances sur simulateur sont d'excellents moyens de mettre en application les compétences acquises tout au long de l'année. En plus des moyens mis à disposition par l'INSTN,

le lien étroit avec le CEA confère un accès à leurs principaux codes de calculs, ce qui en plus d'une première initiation, facilite l'appréhension du métier d'ingénieur d'études. Enfin, qu'il s'agisse du campus de Saclay ou de Cadarache, la proximité des installations du CEA est l'occasion de visiter des chantiers de construction ou de démantèlement, et de réaliser certains travaux pratiques grande nature.

Je ne peux que recommander cette année de spécialisation à qui souhaite être acteur de la transition énergétique et du développement de la filière nucléaire, avec un attrait pour les sciences fondamentales et la technique. Certes exigeant, le cursus en génie atomique constitue une voie d'accès privilégiée aux métiers d'ingénierie et d'exploitation du nucléaire, et dont l'attractivité est perceptible des employeurs du secteur. ■



Auditorihome

a c o u s t i c i e n s

Bureau d'études techniques ACOUSTIQUE & ÉLECTROACOUSTIQUE

Étude | Diagnostic | Expertise | R&D

521 rue Georges Méliès - 34000 MONTPELLIER
Contact : Alexandre CHAUVOT - 06.51.90.80.08 / ac@auditorihome.fr



GROS ŒUVRE - TERRASSEMENT - VRD

**CONSTRUCTION DE LOGEMENTS
COLLECTIFS ET INDIVIDUELS**



SEA CONSTRUCTION a à cœur la formation professionnelle des jeunes aux métiers du BTP et s'engage régulièrement, notamment par le biais de contrats d'apprentissage et de stages découverte, à la transmission des compétences, du savoir faire et du savoir être, auprès des jeunes désireux de faire leur carrière professionnelle dans le BTP.

2 rue Henri Moissan - 34500 BEZIERS
04 67 76 87 62 - contact@seaconstruction.fr

GROUPE PIGEON

- Infrastructures & Travaux
- Granulats & Environnement
- Construction & Béton
- Ingénierie

PIGEON Entreprises
Etang Daniel
35680 LOUVIGNÉ-DE-BALS
02 99 49 04 14 - contact@groupe-pigeon.com
www.groupe-pigeon.com



Réparation et maintenance Hydraulique PL,
TP et Industrielle

Réparation et équilibrage de Transmissions par cadran

Réparation et négoce d'accessoires
de Manutention

HTM - 4 rue René Gomez 34420 VILLENEUVE LES BÉZIERS
Tél. : 04 67 09 29 90 - Fax : 04 67 09 29 91
contact@htmbeziers.fr

Responsable technique (h/f)

Postuler maintenant



Géolocalisation

supermarché
rue Georges Lenôtre
58
78120 RAMBOUILLET



Niveau d'entrée

Expérimenté



Technique, Immobilier
et Expansion



Type de contrat

CDI



Numéro de référence

FR-070580

Sous la responsabilité du Responsable Immobilier, votre mission consiste à piloter régionalement les projets de construction de supermarchés Lidl.

Vos missions & votre évolution

- Etre responsable du montage des différents projets de construction Tous Corps d'Etat (TCE) (neuf et rénovation) au sein de sa Direction Régionale d'affectation et assurer la bonne coordination entre tous les intervenants et partenaires (architectes, bureaux d'études, bureaux de contrôle, entreprises, fournisseurs, concessionnaires, collectivités locales, services internes)
- Intervenir en tant que représentant du Maître d'Ouvrage (Client final) et posséder la pleine délégation de pouvoir.
- Garantir à ce titre le respect des dispositions légales en matière de droit de la construction et de la sécurité au travail ainsi que des directives internes à l'entreprise
- Participer aux différentes phases de préparation en collaboration avec l'Equipe Immobilière dès l'Avant Projet Sommaire (APS) et déposer les autorisations administratives sous la validation de la Direction
- Piloter les différentes phases de construction (DCE, Appel d'offres, Négociations techniques et financières, Attribution des Marchés, Suivi d'Opération sur chantier, Réception, année de parfait Achèvement)
- Garantir le respect des objectifs de qualité, de délai et de coûts fixés par l'entreprise
- Assurer l'animation de son équipe d'assistant(e)s



EIFFAGE

ÉNERGIE SYSTÈMES



ETSTOFFOLI

CONSTRUCTION DE RESEAUX

7, route de l'Ariège
11240 BELVEZE DU RAZES
Tél : 04 68 69 00 91
Fax : 04 68 69 11 32

Bergerat
Monnoyeur



BM-CAT.COM

NOUS RECRUTONS



SUR TOUTE LA FRANCE



MÉCANICIENS



DÉPANNEURS



TECHNICIENS DE
MAINTENANCE



À SAINT-DENIS



TECHNICO
COMMERCIAUX
SÉDENTAIRES



L'EXPERTISE ET LA MAINTENANCE

de vos tambours rotatifs



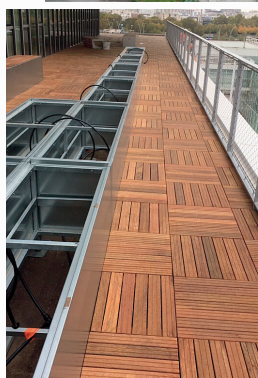
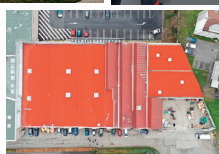
- **8 personnes** qualifiées pour répondre à vos besoins
- **Véhicule** atelier mobile / **ensembles routiers** équipés d'un bras de grue

NOTRE SAVOIR FAIRE

- **Expertise** : notes de calculs de process, de transfert thermique, d'aérodynamique, séchage, ...
- **Usinage** : sur site de bandages, galets et cylindres, alésage, tourillonnage, ...
- **Interventions de maintenance** : remplacement de roulements, de galets, de bandages, calage, ...
- **Contrôle géométrique** : lignage optique, contrôle de harnais, suivi vibratoire, ...
- **Electrolyse au tampon** : reprise de portées par rechargement électrolytique, ajustement à la main au bleu
- **Supervision** : accompagnement lors de montage d'équipements industriels et mise en service
- **Réparation et surveillance** : reprise de fissures à la soudure, renforcement interne, ...



CONTACT : contact@mci-france.org +33.6.49.67.08.93



IMZA A UNE VISION INNOVANTE,
DYNAMIQUE ET FLEXIBLE DU MÉTIER
D'ÉTANCHEUR

2 bis avenue Laennec
77130 MONTEREAU-FAULT-YONNE
contact@imza-construction.fr

imza-etancheite.fr

SAS ACROTESTS

METALLERIE SERRURERIE

INOX ET ACIER

AUBAGNE

Té. 06 62 50 27 27

acrotests.paca@gmail.com



Votre projet
Notre savoir-faire



Fabricant de machines
spéciales depuis 1994,
Défi Systèmes **conçoit,**
fabrique et assemble
selon vos besoins.

 **Défi
Systèmes**

04 66 68 10 85
defi@defisystemes.fr
www.defisystemes.fr



Agence de Saleilles

Chemin de Villeneuve de la Raho
66280 SALEILLES

Tél. 04 68 22 43 87
Fax 04 68 22 91 67

MOULIN BTP

Terrassements - Voiries - Réseaux divers
Génie Civil & Bâtiment
Travaux hydrauliques - Déconstructions



Prestataire
localisation réseaux
Géoréférencement

BUREAU VERITAS
Certification



Siège social :
38, Petite rue de la plaine - CS 13004
38307 BOURGOIN-JALLIEU
Tél : 04.74.43.69.10

Agence de Brignoud :
Avenue de la chantourne - BP 173
38191 BRIGNOUD CEDEX
Tél : 04.76.45.73.73



Saint Remy

Solutions & Services pour l'Industrie

Actemium Saint Remy est une entreprise du **Groupe VINCI Energies** spécialisée dans différents types de projets, en travaux neufs et en maintenance dans le domaine du process industriel.

Tout au long de l'année, **VINCI Energies** vous propose de belles opportunités professionnelles ou de stages.

Localement, sur notre site de Saint Remy, des postes de **chefs de projet** et d'**ingénieurs d'études** sont ouverts dans les métiers de l'**électrotechnique** et/ou de l'**automatisme**.

Soyez curieux et **retrouvez toutes nos offres du Groupe** sur : <https://emplois.vinci-energies.com/>

Vous serez bien chez Nous !



Actemium Saint Remy - 2 Allée de Jonquerolles - Z.A de la Gare - 13210 Saint Rémy
Contact : Jean-François Lyautey - jean-francois.lyautey@actemium.com



Ce magazine Minerai a été lancé avec la volonté de regrouper par thématique les contributions des diplômés de nos écoles,

en faisant participer les élèves et les partenaires (école, start-ups, ...) pour présenter un document riche en témoignages sur un sujet touchant à la vie professionnelle des ingénieurs. La démarche va donc de pair avec le développement des groupes professionnels de l'association, encouragée depuis quelques années pour développer le réseau professionnel des ingénieurs membres de **Mines+**, et faire rayonner la formation de qualité proposée par nos écoles.

La réalisation du numéro que vous tenez entre les mains ou lisez sur un écran est le fruit d'un travail passionnant, intellectuellement enrichissant, qui est actuellement supporté par une toute petite équipe.

Nous sommes donc à la recherche de personnes disposant d'un peu de temps (1h par mois est déjà suffisant), et de beaucoup de bonne volonté !

Les diplômés, élèves, enseignants-chercheurs, personnel de l'École, souhaitant contribuer sont donc les bienvenus pour collecter les informations sur un sujet d'ingénierie, et identifier des contributeurs parmi nos réseaux. Nous vous garantissons un accueil sympathique et enthousiaste dans cette aventure !

Pour tout renseignement (non engageant), nous vous invitons à prendre contact avec notre secrétariat :
minerai@mines-plus.org

>> Développer le réseau

Adhérer à l'association !

>> Pourquoi adhérer ?

Nous essayons de fournir un maximum de services aux Diplômés et aux Élèves. Toutefois, afin d'y parvenir, nous avons besoin de ton soutien financier.

>> Cotiser en ligne

www.imt-nord-europe.org
www.mines-albi.org
www.mines-ales.org

>> Prochain numéro

La plasturgie

Pour continuer de recevoir ton magazine, vérifie que les coordonnées et ta cotisation sont à jour sur le site.

>> Participer

Rédaction d'articles, idées à développer, relectures, avis et observations...

N'hésitez pas à nous contacter :
minerai@mines-plus.org





Connecter le talent et la créativité pour bâtir un monde meilleur

La bienveillance est notre formule
pour concevoir des solutions à base de polyamides
qui contribuent à changer le monde
d'une manière durable et positive.



1365 CLOS DES LAMBRAYS 1593 CHÂTEAU D'YQUEM 1668
DOM PÉRIGNON 1729 RUINART 1743 MOËT & CHANDON
1765 HENNESSY 1772 VEUVE CLICQUOT 1780 CHAUMET
1803 OFFICINE UNIVERSELLE BULY 1815 ARDBEG 1817
COVA 1828 GUERLAIN 1832 CHÂTEAU CHEVAL BLANC
1837 TIFFANY&CO 1843 KRUG 1843 GLENMORANGIE
1846 LOEWE 1849 ROYAL VAN LENT 1849 MOYNAT 1852
LE BON MARCHÉ 1854 LOUIS VUITTON 1858 MERCIER
1860 TAG HEUER 1860 JARDIN D'ACCLIMATATION 1865
ZENITH 1870 LA SAMARITAINE 1884 BULGARI 1895
BERLUTI 1898 RIMOWA 1908 LES ECHOS 1914 PATOU
1916 ACQUA DI PARMA 1923 LA GRANDE ÉPICERIE DE
PARIS 1924 LORO PIANA 1925 FENDI 1936 FRED 1944 LE
PARISIEN 1945 CELINE 1947 DIOR 1947 EMILIO PUCCI
1947 PARFUMS CHRISTIAN DIOR 1952 GIVENCHY 1955
CHÂTEAU GALOUPET 1957 PARFUMS GIVENCHY 1957
REPOSSI 1958 STARBOARD CRUISE SERVICES 1959
CHANDON 1960 DFS 1969 SEPHORA 1970 CAPE MENTELLE
1970 KENZO 1972 PERFUMES LOEWE 1976 BELMOND 1976
BENEFIT COSMETICS 1977 NEWTON VINEYARD 1980
HUBLOT 1984 MARC JACOBS 1984 MAKE UP FOR EVER
1985 CLOUDY BAY 1988 KENZO PARFUMS 1991 FRESH
1992 COLGIN CELLARS 1993 BELVEDERE 1998 BODEGA
NUMANTHIA 1999 CHEVAL DES ANDES 1999 TERRAZAS
DE LOS ANDES 2006 CHÂTEAU D'ESCLANS 2006 HÔTELS
CHEVAL BLANC 2008 KVD BEAUTY 2009 MAISON FRANCIS
KURKDJIAN 2010 WOODINVILLE 2013 AO YUN 2013 MARC
JACOBS BEAUTY 2017 CLOS19 2017 FENTY BEAUTY BY
RIHANNA 2017 VOLCAN DE MI TIERRA 2020 EMINENTE

LVMH