

STAGES DE FIN D'ÉTUDES

2021 - 2022

Ingénieur généraliste

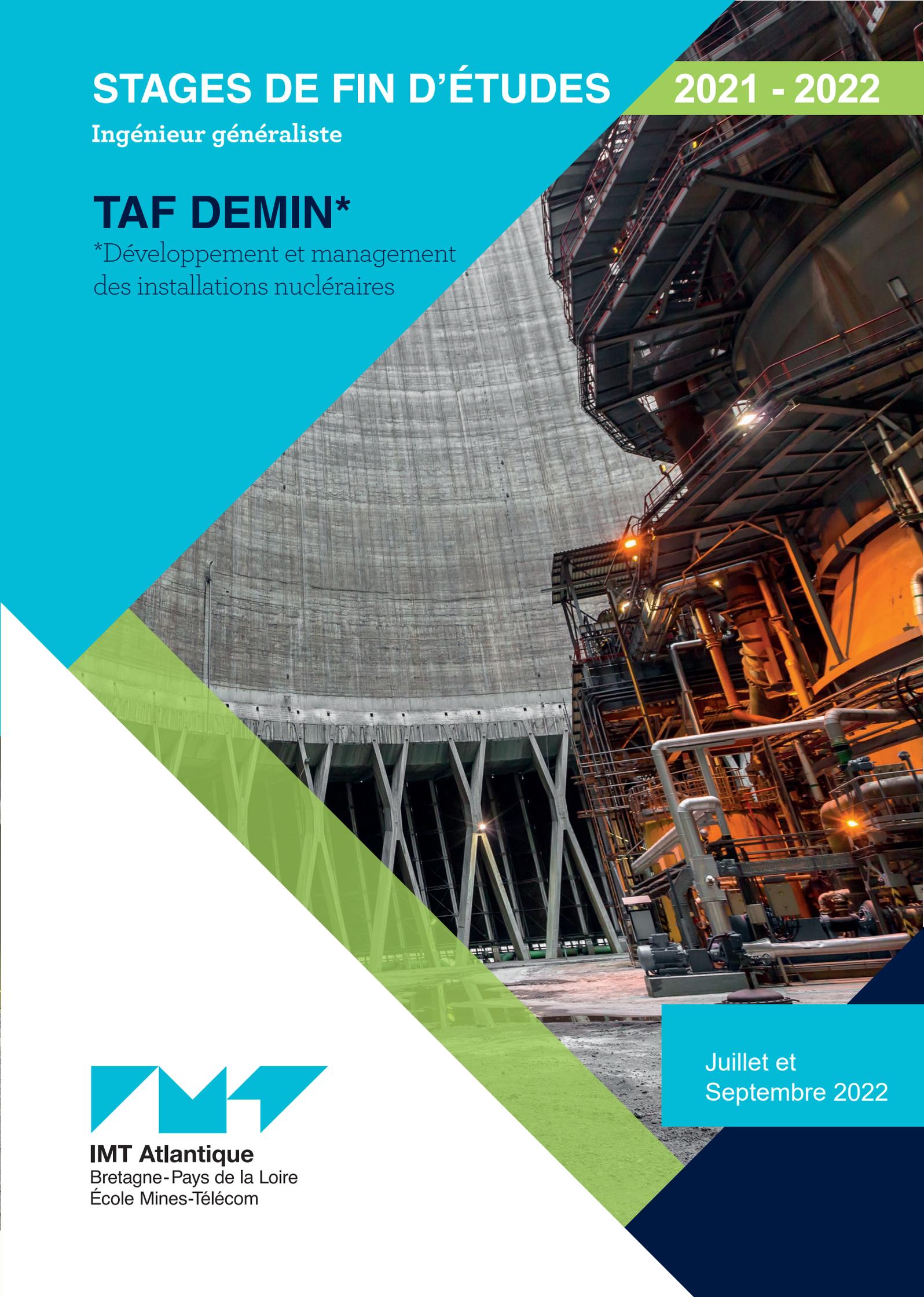
TAF DEMIN*

*Développement et management
des installations nucléaires



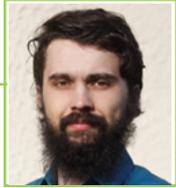
IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom

Juillet et
Septembre 2022



Olivier LIZORET

Modélisation des Études Probabilistes de Sûreté, Risque Incendie des réacteurs de 1300 MW



Ce stage en bureau d'études consiste à évaluer les probabilités d'occurrence d'accidents nucléaires sur les centrales du parc électronucléaire français. Il se concentre sur le risque d'incendie pour les réacteurs de 1 300 MW. Cela consiste à déterminer le risque qu'un départ de feu dans une centrale entraîne la fusion du cœur par une combinaison de défaillances de matériels. Il faut pour cela consulter des bases de données et beaucoup de documentation technique sur les systèmes de la centrale. Un logiciel dédié à la modélisation des EPS permet de représenter les causes de défaillances possibles, de déterminer les scénarii d'accident et d'évaluer leur fréquence. Ce stage fait appel aux connaissances de fonctionnement des réacteurs acquis dans les thématiques d'approfondissement DEMIN et DEMIN*, et permet de les approfondir. Il fait découvrir la technologie des matériels, et les relations fonctionnelles entre les différents matériels de la centrale, à une maille plus fine que ce que l'on peut aborder en cours. C'est aussi l'opportunité de voir la sûreté du point de vue d'un exploitant nucléaire, de comprendre ses enjeux et ses contraintes.

Framatome (Lyon, 69)

Hugo ANTOINE

Traitement et analyse de données concernant le cœur de centrales nucléaires



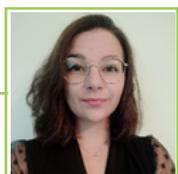
framato**me**

Framatome, les « chaudiéristes du nucléaire » français, détenue à 75 % par EDF, est une entreprise majeure du nucléaire français et international. Elle se positionne notamment sur la conception des chaudières nucléaires et des assemblages accueillant le combustible qui les alimente. Mon stage, effectué au sein de la BU Fuel, et plus particulièrement à Lyon, est orienté sur la radiochimie du circuit primaire. Il arrive que les gaines (tubes protégeant l'uranium de l'eau du circuit primaire) se fissurent ou soient trouées par les vibrations du cœur ou des bouts de ressorts cassés venant des assemblages. C'est alors que certains produits de fission (Xénon, Kryptons, Iodes et Césiums) sont susceptibles de s'échapper, augmentant la radioactivité dans le circuit primaire. Il convient alors de surveiller cette radioactivité et de tenter de prédire ces éventuelles évolutions afin d'éviter de dépasser les seuils de fonctionnement et de radioprotection. C'est ici que j'interviens : ma mission est d'analyser et traiter les données radiochimiques, et éventuellement neutroniques, afin de développer des outils servant à la prédiction des évolutions de la radiochimie du circuit primaire dans le cas de la perte d'étanchéité des gaines de combustible.

Framatome (Lyon, 69)

Margot CONRAUX

Qualification des équipements à l'irradiation en fonctionnement normal et situation accidentelle



framato**me**

Ce stage s'est déroulé au sein du service SNE (Sûreté Nucléaire Environnement) d'Edvance (Ressource Framatome mise à disposition d'Edvance). L'équipe dont je faisais partie était chargée des études de Radioprotection et conséquences radiologiques des EPR. Ce stage comportait deux missions. La première était le développement d'un logiciel permettant un calcul plus efficace et précis des doses de vieillissement des équipements. Par la suite j'ai réalisé une étude de dose de vieillissement sur les équipements du Batiment Réacteur d'EPR2. La seconde mission était la réalisation d'études de sensibilité sur les doses intégrées par les équipements en situation accidentelle, pour plusieurs gestions combustibles, dans le but de statuer sur le besoin de renouveler les études déjà menées.

Lucas PRZYBYLSKI

Calculs de contamination atmosphérique et risque de dissémination de matières radioactives



framato**me**

Le stage s'est déroulé chez Framatome, acteur majeur de l'industrie nucléaire française avec 14 000 collaborateurs et plusieurs sites implantés partout en France, et plus précisément à Lyon au sein de la section DTISNU, ingénierie en charge de la sûreté générale des installations de type laboratoires et usines. L'objectif du stage était d'abord de concevoir un outil permettant de calculer la contamination attendue et potentielle dans les locaux de l'INB de Framatome à Romans-sur-Isère, dans laquelle sont fabriqués les assemblages REP, notamment à destination d'EDF, et où le risque de dissémination de matières radioactives est présent dû à la mise en œuvre d'uranium sous formes disséminantes (poudres/gaz) et de procédés industriels complexes. A destination des ingénieurs sûreté, cet outil leur permettra de classer ces locaux et de leur attribuer des mesures de protection adéquates. En parallèle, l'autre objectif du stage était l'analyse du standard ventilation de l'INB afin de le comparer avec la norme en vigueur et de proposer des pistes d'amélioration. Les missions consistaient à modéliser des phénomènes pouvant entraîner un risque de dissémination, effectuer un retour d'expérience des accidents liés à ce risque sur l'INB et à analyser la réglementation internationale et française.

Lucas RIBOTTE

Modélisation du transport et de l'accélération des électrons au sein d'un plasma confiné par la structure de champ magnétique d'une source d'ions à résonance cyclotronique électronique dans l'environnement GEANT4



Le GANIL est un des grands laboratoires internationaux pour la recherche avec des faisceaux d'ions. Sous la tutelle du CNRS et du CEA, il comprend des sources d'ions alimentant des accélérateurs débouchant sur des salles d'expériences accueillant des dispositifs expérimentaux uniques. Les sources d'ions ont pour rôle de transformer les atomes neutres d'un gaz en ions. Au GANIL des sources d'ions dites à résonance cyclotronique électronique (RCE) sont utilisées : une onde électromagnétique de chauffage transmet de l'énergie aux électrons libres qui vont ioniser les constituants du gaz par collision. Le plasma obtenu est confiné magnétiquement et les ions produits sont alors extraits vers l'accélérateur. Le stage s'inscrit dans le cadre de la R&D sur de nouvelles sources RCE à champ axisymétrique afin d'obtenir des faisceaux de meilleure qualité. Un modèle de la cinétique des particules au sein du plasma dans sa phase de chauffage a été initié avec l'outil de simulation GEANT4 pour mieux comprendre leur fonctionnement. Ce dernier utilise des cartes de champ électrique calculées grâce au logiciel CST Microwave Studio et la carte de champ magnétostatique de confinement du plasma. Ce travail permettra de mieux interpréter le rôle des électrons énergétiques au sein de la source.

Hugues MOULIN

Étude radioprotection des scénarios d'extraction et transfert de la cuve des tranches 1 et 2 de Fessenheim



Ce stage est effectué au sein du groupe EDF, plus précisément à la DP2D, l'entité responsable de la déconstruction et de la gestion des déchets. La protection radiologique des travailleurs est un enjeu important de la déconstruction. Le stage comprenait deux missions : la création d'un outil de calcul lié à l'exposition interne pour la radioprotection utilisable par l'équipe, et l'étude d'un point de vue dosimétrie et optimisation des scénarios d'extraction et de transfert de la cuve des tranches 1 et 2 de Fessenheim, centrale arrêtée en 2020. La première mission permet de synthétiser les besoins de chacun, et donc d'avoir une vue globale sur les types de calculs effectués en radioprotection. Elle permet aussi d'assimiler le vocabulaire et les concepts de ce domaine. La deuxième mission consiste à rassembler les données physiques et radiologiques concernant les scénarios, identifier les manques d'informations et si possible les compléter, et d'en déduire la dosimétrie de ces scénarios. L'analyse radioprotection a pour objectif d'être l'un des arguments du choix final de scénario pour l'extraction et le transfert de la cuve. Ce stage se positionne donc à l'interface des domaines du démantèlement et de la radioprotection.

Romain ANDRE

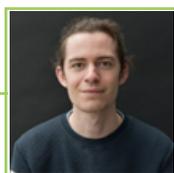
Quantification et estimation de l'effet implicite sur les sensibilités aux données nucléaires sur un cas représentatif des REP



Le fonctionnement du parc nucléaire de EDF est compétitif et sûr, grâce à un niveau d'exigence croissant au fil du temps. L'amélioration des outils de modélisation a permis de répondre à cette augmentation. Plus particulièrement, en ce qui concerne la neutronique, les codes doivent non seulement être capables de calculer un ensemble de grandeurs d'intérêt, mais également être en mesure d'estimer l'incertitude sur ces mêmes grandeurs. Un des axes de travail identifiés est la mise en place d'outils permettant de s'intéresser à la propagation des incertitudes pour la future chaîne de calcul ODYSSÉE. Le travail réalisé permettra à l'aide de la théorie des perturbations de calculer les sensibilités aux données nucléaires en utilisant TRIPOLI-4, APOLLO2 et COCAGNE, le code cœur d'ODYSSÉE. Des écarts notables ont été identifiés pour les noyaux résonants et dans certaines zones d'énergie. L'objectif principal du stage est d'estimer et quantifier cet effet connu comme effet implicite dans la littérature.

Thibaut OTTMAN

Modélisation 0D/1D du XSMR NAAREA via le langage Modelica



Assystem est un groupe spécialisé en ingénierie et gestion de projets d'infrastructures critiques et complexes, pour de grands groupes industriels mondiaux, principalement dans le domaine du nucléaire. Pour réaliser son XSMR (extra-Small Modular Reactor), NAAREA a fait appel à différents acteurs du nucléaire comme Assystem, le CEA, le CNRS, Orano... Assystem a été chargé de réaliser un Jumeau Numérique du XSMR, c'est-à-dire une représentation numérique du réacteur capable d'effectuer des simulations en temps réel. L'objectif du présent stage est d'utiliser le langage Modelica pour modéliser le réacteur en utilisant une approche 0D/1D, qui s'intéresse en priorité à l'évolution temporelle du système et ainsi obtenir des simulations décrivant le comportement multiphysique du réacteur. L'utilisation de Modelica s'inscrit plus largement dans une démarche globale d'Ingénierie Système. La modélisation 0D/1D permettra aux concepteurs de mener des analyses multidisciplinaires (thermique, hydraulique, neutronique, etc.) incluant plusieurs sous-systèmes du XSMR (réacteur, circuit primaire, circuit secondaire, etc.). Cette modélisation fera partie intégrante du Jumeau Numérique développé par Assystem, et permettra de valider un ensemble d'exigences liées aux performances et aux capacités du XSMR.

Joanne KHATER

Concevoir et améliorer des outils de calculs d'impact dosimétrique à l'environnement



Orano Projets est une filiale d'Orano en charge des projets d'ingénierie relatifs au cycle du combustible pour les usines Orano et les entreprises externes. Mon stage se déroule dans le service « calculs de sûreté » qui réalise des études portant sur des calculs de criticité, de radioprotection et d'environnement nécessaires aux démonstrations et analyses de sûreté. L'usine de la Hague permet le recyclage des combustibles usés en vue de leur utilisation future dans de nouveaux combustibles. Pour prouver la sûreté des installations de l'usine de la Hague, les ingénieurs sûreté effectuent notamment des calculs d'impact dosimétrique après un rejet à l'environnement. Le stage consiste à développer un outil de calculs d'impact dosimétrique à la suite d'un rejet hydrogéologique via le réseau de drainage profond, présent sous l'usine. Ma seconde mission consiste à créer une interface entre le logiciel de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) qui permet une modélisation 3D de l'usine et les outils de calculs d'impact à l'environnement existants.

Émile BROUARD

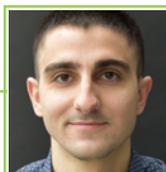
Conception d'une source radioactive pour une application de laser à ultra-haute intensité



Le laboratoire Vulcan au Royaume-Uni fournit une infrastructure permettant la production d'un laser à ultra haute intensité (1E15 Watt) donnant lieu à des applications diverses telles que la fusion nucléaire, les réactions nucléaires photo-induites ou encore l'étude de la physique des plasmas. La production de rayonnements de freinage (Bremsstrahlung) liée à la conversion de l'énergie du laser en faisceaux d'électrons fait l'objet d'une étude de radioprotection compte tenu de la dangerosité des rayonnements photoniques sur le corps humain. Un logiciel de calcul spécialisé dans la physique des lasers a permis de modéliser une source d'électrons qui permettrait de se conformer au mieux aux interactions complexes qui prennent lieu entre le laser et la matière. Cependant, les doses mesurées venant de la source semblent être trop conservatives, selon des calculs réalisés par une source modélisée par FLUKA (un logiciel de simulation Monte Carlo), comparés aux doses obtenues expérimentalement. Ma mission au sein de TUV SUD est de concevoir une source d'électrons qui permettraient de se rapprocher au plus proche de celles observées en expérimentation en laboratoire, ainsi que de comprendre les interactions des électrons à ultra-haute énergie avec la matière. Des campagnes de simulation utilisant FLUKA combinée à l'apprentissage du langage Fortran 77 me permettront de réaliser des calculs de Dose Équivalent afin de me conformer aux doses mesurées lors des essais sur l'infrastructure Petawatt.

Alexandre FERNANDEZ

Adjoint Responsable d'Affaires – Ventilation des bâtiments auxiliaires de sauvegarde



Tunzini Nucléaire est une PME appartenant au groupe Vinci Energies ayant pour spécialisation la ventilation nucléaire. La société intervient pendant les phases d'études, de qualification, d'installation, de mise en service et de maintenance de systèmes de ventilation et de traitement de l'air en milieu nucléaire. Le projet RJH (réacteur Jules Horowitz) localisé à Cadarache est dirigé par une équipe CEA de Maîtrise d'Ouvrage et de Maîtrise d'Oeuvre. A travers des irradiations à haut flux de neutrons, ce réacteur de recherche permettra d'effectuer des expériences ayant pour objectif l'amélioration ou la qualification de matériaux et combustibles des réacteurs actuels et futurs. Tunzini Nucléaire est en charge des systèmes de ventilation et de conditionnement des bâtiments auxiliaires de sauvegarde abritant des aéroréfrigérants et des diesels de secours. En tant qu'adjoint responsable d'affaires, je travaille, au travers du projet RJH, dans le domaine de la gestion de projet, via la mise en place de fichiers de suivis d'avancements (physique et financier) ou la rédaction de spécifications techniques de certains équipements. Je participe également au travail de consultation, clarification technique et commerciale et sélection des fournisseurs ainsi qu'au suivi d'étude et d'approvisionnement des climatiseurs split-system en étant en interaction avec le client et les fournisseurs.