

1^{er}, 2 et 3 juillet 2009
27 et 28 août 2009

Amphithéâtre Georges Besse
Amphithéâtre Blaise Pascal

Option NTSE

Nucléaire : Technologies, Sûreté et Environnement

Mercredi 1^{er} juillet 2009 / Amphithéâtre Alfred Kastler

8h30



Aude BEUTER
AREVA NP (Paris La Défense, 92)

Validation du transport gamma d'APOLLO2-A.

Dans le cadre de la mise au point d'une nouvelle chaîne de calcul neutronique des réacteurs à eau légère, le code déterministe de transport APOLLO2-A est développé. Il est basé sur le code APOLLO2 du CEA et permet la modélisation des assemblages combustibles.

Outre le calcul du transport de neutrons, le code APOLLO2-A offre la possibilité de transporter des rayonnements gamma induites par les neutrons. Des développements récents dans le code permettent de bénéficier du transport gamma afin d'améliorer le calcul de la distribution de l'énergie déposée (actuellement prise en compte forfaitairement). Une validation approfondie est nécessaire, comprenant:

- la validation de la production et du transport gamma sur des calculs d'assemblages (comparaison à des codes Monte-Carlo).
- la validation de l'application du transport gamma pour le calcul de l'énergie déposée sur un assemblage (comparaison à des codes Monte-Carlo).
- l'impact de cette redistribution de l'énergie dans l'assemblage au niveau des calculs de cœur sera évalué par comparaison avec la méthode existante.
- l'application de la méthode par comparaison à des données expérimentales en réacteurs et estimation des gains de la méthode.

9h45



Fanny LE BRUCHEC
AREVA NP (Lyon, 69)

Etude neutronique / radioprotection d'un concept avancé de réacteur nucléaire de 4^{ème} génération.



AREVA, leader mondial de l'énergie nucléaire, développe actuellement dans le cadre d'une collaboration tripartite avec le CEA et EDF, un concept de réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium : le Sodium Fast Reactor (SFR). La phase de R&D de ce projet se poursuivra jusqu'en 2012. La réalisation d'un prototype est prévue à l'horizon 2020 et sa mise en service commerciale est envisagée pour 2040-2050.

Dans ce contexte, le projet se déroule au sein de la section NEPL-FN de la division Procédés du secteur Réacteurs. Cette section mène des activités relatives à la neutronique, à la criticité et à la radioprotection.

La mission consiste à effectuer des études de radioprotection, en faire la synthèse et transmettre les résultats aux équipes en charge du développement du projet SFR. Pour cela, les outils mis en œuvre sont le code de calculs MCNP et le formulaire DARWIN-PEPIN. Deux aspects principaux sont traités au cours de ce projet : d'une part le dimensionnement de protections biologiques pour la chaîne de manutention des assemblages et d'autre part, l'optimisation des protections neutroniques du cœur.

11h



Guillaume CREUSOT
AREVA TA (Aix-en-Provence, 13)

Optimisation de la radioprotection lors des opérations de maintenances sur les futurs sous-marins nucléaires d'attaque BARRACUDA.



Filiale du groupe Areva, AREVA TA (anciennement Technicatome) produit et assure la maintenance des réacteurs nucléaires de propulsion navale des sous-marins et des porte-avions de la flotte militaire.

Au sein du département d'Etudes Physiques et de Sécurité, le stage s'inscrit dans le cadre de la conception de la chaudière nucléaire du nouveau sous-marin nucléaire d'attaque (SNA) du futur BARRACUDA en remplacement des six navires de la classe Rubis-Améthyste actuellement en mer (livraison de six nouveaux bâtiments étalée entre 2017 et 2028).

La réalisation du sous marin est révolutionnaire au sens où la sûreté nucléaire a été prise en compte très en amont dans la conception en particulier pour ce qui concerne la prise en compte, des interventions de maintenance (Déchargement-rechargement en combustible -Inspection, Travaux d'entretien et réfection sur le circuit primaire et ses éléments (pompe primaire, Générateur de Vapeur,..)) prévues sur le bloc nucléaire.

Dans ce souci, la mission amènera, dans un premier temps, le stagiaire à identifier les opérations de maintenances présentant les plus impactantes en terme dosimétrique en se basant sur le REX des interventions menées sur les réacteurs de propulsion navale dont dérive celui du Barracuda.

Fort de cette étude approfondie, le stagiaire recherchera alors à optimiser les doses intégrées par le personnel lors de ces opérations pénalisantes en intervenant sur le dimensionnement des protections et le design des outillages utilisés (au travers de la modélisation informatique de ces doses).

14h



Fabien MEGUENNI TANI
AREVA TA (Aix-en-Provence, 13)

Radioprotection sur le réacteur d'essais RES (Réacteur d'Essais) équipé d'une nouvelle génération de générateurs de vapeur.



AREVA TA fait partie du pôle Réacteur et Services du groupe AREVA, leader mondial dans le domaine de l'énergie nucléaire. Elle intervient essentiellement en France, sur les marchés de la défense, des transports guidés et de la recherche et de l'industrie.

Mon stage s'inscrit dans le projet RES, un réacteur d'essais utilisé pour la recherche sur la propulsion marine et consiste à comparer les effets radiologiques d'un réacteur équipé d'une nouvelle génération de générateurs de vapeur à plaques avec une génération classique de générateurs de vapeur à tubes. Deux modes de fonctionnement vont être simulés, un fonctionnement en réacteur d'essais et un fonctionnement en chaudière embarquée (sur un navire). A l'aide de codes de calculs, des débits de dose vont être calculés dans différentes parties du bâtiment réacteur pour les deux configurations de générateurs de vapeur et des dimensionnements de protections optionnelles seront établis si une différence significative apparaît entre celles-ci.

15h15



Julie TIXIER
AREVA TA (Aix-en-Provence, 13)

Conception d'un réacteur de recherche.

Le Projet de Fin d'Etudes s'inscrit dans le cadre d'une étude de pré-faisabilité d'un concept de réacteur de recherche. Cette étude porte sur la conception du cœur et de la piscine de refroidissement. Pour ce faire, les codes neutroniques MCNP et APOLLO sont utilisés pour l'étude de sûreté des cœurs ainsi que pour l'évaluation de leurs performances.

L'objectif du PFE est de répondre aux critères de sûreté imposés pour ce réacteur.



16h30



Johann DANAN
SGN (Montigny-le-Bretonneux, 78)

Etude du Mixage de fûts de milieux fissiles différents en entreposage.

Au sein de SGN, filiale à 100 % d'AREVA NC, spécialisée dans les prestations d'ingénierie nucléaire, l'équipe calcul sûreté réalise des calculs de sûreté-criticité, de radioprotection et d'impact sur l'environnement sur lesquels s'appuient les études de sûreté.

Les calculs de sûreté-criticité visent à prévenir tout risque d'accident de criticité (entretien de la réaction en chaîne de fission) dans les installations nucléaires de base présentant de la matière fissile parfois sous forme d'entreposages.

Lorsqu'un entreposage contient plusieurs types de matières fissiles, les études de criticité prennent habituellement en compte un unique milieu fissile, généralement le milieu le plus réactif. Néanmoins, cette façon de procéder peut dans certains cas conduire à une sous évaluation du coefficient multiplicateur effectif (Keff) de l'entreposage et par conséquent mettre en péril la sûreté de celui-ci. Dans d'autres cas, cela peut mener à une surestimation importante du Keff qui peut entraîner une surestimation de la surface d'entreposage. Une bonne compréhension des phénomènes mis en jeu lors du mixage pourrait à long terme améliorer la sûreté et réduire les coûts d'entreposage.

L'objectif du stage est d'étudier le mixage de fûts de milieux fissiles différents notamment dans le cas de fûts bétonnés en s'appuyant sur des simulations réalisées avec le formulaire CRISTAL.



9h45



cea

Frédérique GEMAIN

Commissariat à l'Énergie Atomique (Grenoble, 38)

Études et caractérisations de couches tampon améliorées de CdTe/Ge.

Ce stage de fin d'études se déroule au sein du Leti, laboratoire du CEA implanté à Grenoble qui s'affirme comme l'un des instituts majeurs en Europe pour la recherche appliquée en micro et nano technologies. Il est divisé en six départements dont le DOPT, département d'optronique. Ce dernier est chargé des recherches et du développement dans les domaines d'applications de l'optronique incluant notamment les capteurs d'images infrarouges et visibles.

Ce département développe et utilise une technique de croissance par épitaxie à jets moléculaires du CdHgTe sur des substrats de Ge(211) pour la fabrication de détecteurs infrarouges. Sur de tels substrats, une couche tampon de CdTe est d'abord déposée afin d'adapter le paramètre de maille. Le CdHgTe est ensuite épitaxié de manière à minimiser la densité de dislocations dans cette dernière.

La mission confiée vise à améliorer la qualité cristalline de ces couches tampons en réalisant des recuits d'échantillons en ampoule scellée suivant différents paramètres et de façon reproductible. Ensuite, les échantillons sont analysés par différentes méthodes de caractérisation telles que la diffraction haute résolution des rayons X (HRXRD), la photoluminescence, la microscopie électronique à balayage ou encore la microscopie à force atomique. Enfin, une étude des défauts structuraux, la densité de dislocations et les contraintes dans le cristal est menée en parallèle en utilisant la HRXRD et différents modèles de calculs.

11h



IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Sorouch KHERADMAND

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (Fontenay-aux-Roses, 92)

Étude d'irradiation d'enceinte issue de Fusion de Cœur.

En cas d'accident survenant sur une installation nucléaire, l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) intervient, en tant qu'appui technique de l'autorité de sûreté nucléaire, dans le cadre de l'organisation nationale de crise mise en place par l'exploitant nucléaire et les pouvoirs publics. Le travail de l'institut s'effectue alors essentiellement au sein du Centre Technique de Crise (CTC). Le Service des Situations d'Urgence et d'organisation de Crise (SESUC) de l'IRSN a pour mission, notamment, de développer les moyens de crise du CTC nécessaires à l'expertise des situations d'urgence susceptibles de survenir.

C'est au sein du SESUC, et en étroite collaboration avec le Service d'Étude de Criticité, que j'ai effectué mon stage. La première partie consistait à évaluer les conséquences de l'irradiation extérieure due aux produits radioactifs présents dans l'enceinte d'un réacteur suite à un accident de fusion du cœur afin de déterminer l'intérêt de développer pour le CTC des outils de crise spécifiques à cette problématique. La seconde partie de ce stage consistait à évaluer, dans l'hypothèse d'un rejet de produits radioactifs dans l'environnement suite à la fusion d'un réacteur, l'impact dosimétrique par irradiation directe du panache sur des personnes situées en dehors de sa zone d'évolution. L'objectif est de proposer une approche permettant d'évaluer de manière simplifiée les doses qu'ils recevraient afin de compléter certains outils de crise présents du CTC.

15h15



AREVA

Christy ALISTAN

AREVA Risk Management Consulting SAS (Aix-en-Provence, 13)

Comparaison des dossiers réglementaires de sûreté exigés par les autorités de sûreté françaises et anglaises.

Situé au sein de la Business Unit AREVA TA, AREVA Risk Management Consulting SAS assure, à travers son unité de métier Sécurité Nucléaire, des missions d'expertise, de conseils et d'études pour les différentes phases de vie d'une installation nucléaire de base. L'acquisition récente de la société de conseils britannique Risk Management Consulting Ltd vient renforcer le savoir-faire dans les domaines de la sûreté nucléaire et de l'analyse de risques environnementaux. Dans un tel contexte de développement à l'international et de valorisation des compétences françaises à l'étranger, l'objectif de la mission consistait à :

- Etablir le référentiel de sûreté réglementaire en France et au Royaume Uni afin de mettre en évidence les approches communes ainsi que les écarts d'approche entre les 2 pays. Notamment à identifier les dossiers réglementaires exigés par les autorités de sûreté françaises et anglaises.
- Interfacer ce recensement et cette comparaison avec les règles établies par l'AIEA.
- Tester plus opérationnellement les approches communes et les écarts sur des projets concrets, comme par exemple l'approche Incendie sur ITER.

En plus d'avoir un moyen de se repérer facilement dans les méthodes d'approche des entreprises de chaque côté de la manche, cette mission permettra de renforcer les synergies entre elles.

16h30



Jérémie PASCAL

Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (Fontenay-aux-Roses, 92)

Modélisation de la radiolyse de l'eau et application à la sûreté nucléaire.

Le champ de compétences de l'IRSN couvre l'ensemble des risques liés aux rayonnements ionisants, utilisés dans l'industrie ou la médecine, ou encore les rayonnements naturels. Plus précisément, l'IRSN exerce ses missions d'expertise et de recherche dans différents domaines comme la sûreté des installations nucléaires, la protection de l'homme et de l'environnement contre les rayonnements ionisants, la sûreté des transports de matières radioactives et fissiles...

La radiolyse de l'eau conduit à la formation de produits moléculaires et de radicaux qui peuvent être des oxydants ou des réducteurs. Des gaz tels que l'hydrogène et l'oxygène sont aussi formés. Ces différentes espèces chimiques vont réagir avec le milieu environnant. Le sujet proposé concerne la modélisation de la radiolyse de l'eau pour deux problématiques qui sont la sûreté des installations de stockage à long terme et la sûreté des installations présentant des risques de criticité. Le but du stage est donc de modéliser ce phénomène de radiolyse à l'aide de CHEMSIMUL, code de cinétique chimique dont les données d'entrée sont entre autres les réactions mettant en jeu les espèces radiolytiques ainsi que les solutés présents en solution, les rendements radiolytiques, les concentrations en soluté.

Vendredi 3 juillet 2008 / Amphithéâtre Alfred Kastler

8h30



Romains VILOTTE

Commissariat à l'Energie Atomique (Saint-Paul-lez-Durance, 13)

Tomographie X-Mous sur Tore Supra.

Ce stage s'effectue sur le site du CEA à Cadarache dans le domaine de la Fusion Magnétique et autour du tokamak Tore Supra. Les X-Mous sont des rayons X de faible énergie, entre 1 et 20 keV. Ils sont en majorité générés par les impuretés présentes au sein du plasma. Ces impuretés proviennent de l'arrachage de particules au niveau des composants du tokamak (parois, antennes...). Le rayonnement X-Mou dépend de nombreux paramètres ; densité électronique, température, structures atomiques des impuretés ioniques... Il s'agit d'une source riche et complexe d'information sur le plasma pouvant renseigner sur l'axe magnétique, le transport des impuretés ou encore le transport de la chaleur et pouvant offrir la perspective d'un asservissement en temps réel du plasma.

Un diagnostic dédié aux X-Mous est présent sur Tore Supra. Il est composé de 3 caméras et 82 détecteurs qui couvrent une coupe poloidale du tokamak. Pour remonter au profil d'émissivité (W/m³) et finalement aux paramètres du plasma un outil de traitement basé sur une inversion tomographique est nécessaire.

Le travail consistera en une étude bibliographique du sujet, une sélection des techniques d'inversions tomographiques adaptées au problème, une mise en place des programmes d'inversions et la réalisation de tests, une comparaison et une analyse des résultats à partir de mesures effectuées sur le tokamak Tore Supra.

9h45



Arnaud MERIC

Tractebel Engineering (Bruxelles, Belgique)

Analyse technico-économique du cycle du combustible nucléaire pour les réacteurs à eau pressurisée légère et à eau lourde.

Tractebel Engineering, leader Européen dans les services multi-techniques, répond à des questions d'ingénierie nucléaire.

Certains clients font appel à Tractebel Engineering pour comparer différentes filières nucléaires (REP, EPR, VVER, AP-1000 et CANDU) en matière notamment du cycle du combustible. Ainsi, il est nécessaire de faire un état des lieux des coûts et la fiabilité d'approvisionnement du combustible suivant chaque filière afin d'établir un classement par rapport à des critères définis. Pour ce faire, la mission du stage va prendre en compte ces différents aspects:

- Le coût du combustible nucléaire à chaque étape de sa vie : coût de l'uranium naturel, enrichissement, conversion, fabrication, transport, coût de stockage temporaire, retraitement et recyclage.
- La sécurité d'approvisionnement : les capacités de fabrication seront analysées et commentées.
- Fiabilité de la qualité de fabrication du combustible (retour sur expérience si possible).
- Définir le volume de déchets des assemblages irradiés pour les filières concernées (cycle ouvert et cycle fermé).

11h



Emmanuel MOEBS

Tractebel Engineering (Bruxelles, Belgique)

Application du package WIMS9A-Panther aux études de sûreté des cœurs MOX.

Dans le cadre du projet EPR lancé par le groupe GDF-Suez, Tractebel Engineering développe une chaîne de calculs neutroniques afin de pouvoir étudier les réacteurs utilisant le combustible MOX. L'objectif de ce travail de fin d'études est de valider cette nouvelle chaîne de calcul sur les combustibles MOX. Pour cela, la mission consistera en la réalisation d'une étude comparative des résultats obtenus à partir de la chaîne WIMS9-Panther et des données de cartes de flux réacteurs fournis par l'exploitant ainsi que des tests MOX réalisés avec l'ancienne chaîne de calculs LWRWIMS-Panther. Ce travail sera ensuite utilisé lors des phases de qualification de la chaîne et de validation auprès des autorités de sûreté.

14h



François ROBERT

Tractebel Engineering (Bruxelles, Belgique)

MELCOR CODE VALIDATION for NPP Safety Analysis.

Tractebel Engineering (TE) est la société de conseil en ingénierie pour l'énergie et les infrastructures du groupe GDF SUEZ. Avec 2650 employés à travers le monde, l'entreprise propose des solutions d'ingénierie de pointe. Les conseils et études sont donnés à des clients actifs dans l'électricité, le nucléaire, le gaz, l'industrie et les infrastructures tant pour le secteur public que privé.

Pour simuler les conséquences d'un accident grave, le code MELCOR est utilisé. L'acceptation du code par les Autorités de Sûreté en Belgique passe par la qualification des modèles MELCOR des centrales belges réalisés par TE et utilisés dans des projets pour leur client Electrabel. L'une des étapes de cette qualification est de réaliser des exercices de comparaison de code avec des expériences, de manière à pouvoir tirer des conclusions sur les modèles implémentés en MELCOR et les techniques de modélisation/nodalisation appliquées à TE. PHEBUS FPT1 fait partie des expériences choisies pour développer ce dossier de qualification. Le travail de l'étudiant consiste en :

- la familiarisation au code MELCOR
- la compréhension de l'expérience PHEBUS FPT1 ainsi que de l'installation expérimentale
- la construction d'un modèle MELCOR de cette installation PHEBUS
- la simulation avec deux versions différentes du code de l'expérience PHEBUS FPT1, la comparaison des résultats expérimentaux avec les résultats de calculs, les conclusions sur les bénéfices/désavantages apportés par la nouvelle version du code.

Jeudi 27 août 2008 / Amphithéâtre Blaise Pascal

11h



Gabriel GODICHEAU

Commissariat à l'Energie Atomique (Saint-Paul-lez-Durance, 13)

Etude des combustibles à haut taux de combustion avec le formulaire cycle DARWIN.

Le stage consiste à interpréter, avec le formulaire DARWIN (enchaînement des codes APOLL02- PEPIN2), des analyses de tronçons de combustibles à hauts taux de combustion (jusqu'à 75GWj/t). Ce formulaire fournit aux partenaires du nucléaire (CEA, ANDRA, AREVA-NC, AREVA-NP, EDF...) les paramètres pertinents pour les applications du cycle du combustible. La qualité et la précision du formulaire sont reliées à sa validation expérimentale, qui repose sur une comparaison entre les résultats de calcul et des résultats expérimentaux, basés sur des analyses chimiques de combustible irradié.

On utilisera la dernière version du code de calcul APOLL02 (V8) avec la nouvelle évaluation JEFF3 des données nucléaires de bases, dans laquelle la prédiction des actinides et des produits de fission est améliorée. La comparaison calcul/expérience et l'analyse de l'apport de JEFF3 contribueront au dossier de qualification du formulaire qui sera livré en 2009 aux partenaires industriels.

14h



Alexandre VINOT

Commissariat à l'Energie Atomique (Saint-Paul-lez-Durance, 13)

Pré-dimensionnement d'un prototype de Réacteur à Neutrons Rapides à caloporteur sodium.

Des études sur les réacteurs rapides refroidis au sodium (SFR ou RNR-NA) sont en cours de réalisation au CEA, mais aussi au sein d'AREVA et d'EDF. Dans ce cadre, il est aujourd'hui prévu de mettre en exploitation, à échéance 2020, un prototype nommé ASTRID dont les principaux enjeux sont les suivants :

- Déchets : disposer d'un réacteur capable de transmuter les actinides mineurs (en réponse à la loi du 28 juin 2008).
- Ressource / compétitivité : disposer d'un réacteur sûr, économique, facile à exploiter, capable de fonctionner à partir de l'uranium appauvri.
- International : disposer d'un produit compétitif et innovant pour le marché futur (leadership international et crédibilité nationale).

Le stage a pour objectif majeur le pré-dimensionnement des différentes parties de ce prototype (cœur, systèmes de manutention primaire des assemblages, circuit intermédiaire en sodium - circuits, pompes, générateurs de vapeur -), en s'appuyant sur différents services du Département d'Etudes des Réacteurs du CEA. Le but final est de converger sur une image d'un réacteur de démonstration de la filière RNR-Na.

Vendredi 28 août 2008 / Amphithéâtre Blaise Pascal

11h



Claire VAN NGOC TY

Commissariat à l'Energie Atomique (Gif-sur-Yvette, 91)

Faisabilité du contrôle de la protonthérapie par l'imagerie de tomographie par émission de positons.

Le Service Hospitalier F. Joliot est une unité de la direction des sciences du vivant du Commissariat à l'Energie Atomique. Le service dispose d'un plateau d'imagerie médicale dédié au diagnostic et à la recherche clinique dans le domaine des maladies neurodégénératives et des cancers.

Aujourd'hui, certaines tumeurs oculaires et cérébrales sont traitées par la protonthérapie. En pénétrant dans la matière les protons activent les noyaux présents dans la zone irradiée conduisant à la formation d'¹⁵O, ¹³N, ¹¹C (émetteurs de positons). L'annihilation du positon avec un électron provoque la production de deux photons de 511 keV émis à 180°. La tomographie par émission de positons (T.E.P.) est basée sur la détection de ces deux photons.

Actuellement des incertitudes demeurent sur la précision de la délimitation de la zone exacte irradiée. Connaître la zone exacte irradiée est fondamental surtout quand des zones sensibles sont voisines.

L'un des principaux objectifs de ce projet est de délimiter la zone où la dose a été déposée pour réadapter, si nécessaire, le plan de traitement.

Pour ce faire, on se propose d'utiliser la T.E.P. L'objectif de ce projet est d'étudier la faisabilité d'un tel contrôle, mais aussi de se familiariser avec les différentes modalités d'imagerie médicale.

14h



Jérôme LEVENEUR

Commissariat à l'Energie Atomique (Grenoble, 38)

Développement de procédés d'implantation ionique à températures élevées.

Laboratoire du CEA, le Leti est l'un des principaux centres européens de recherche appliquée en électronique. Son activité est consacrée à plus de 85 % à des recherches finalisées avec des partenaires extérieurs. Au sein de cette plate-forme technologique et en collaboration avec les laboratoires applicatifs concernés, la mission est de développer des procédés d'implantation ionique à température contrôlée.

Dans l'industrie du semi-conducteur, l'implantation ionique est une technique largement utilisée pour différentes applications : les étapes de dopages pour la fabrication de transistors MOS, mais aussi la fabrication des substrats avancés et la modification de matériaux. Actuellement, pour toutes ces applications, les implantations sont réalisées à basse température ou à température ambiante. L'utilisation et le contrôle de températures élevées pendant l'étape d'implantation est une solution à envisager pour améliorer les propriétés des couches implantées.

Le projet vise, d'une part, à maîtriser le nouvel équipement dédié à cette étude. En identifiant les paramètres de contrôles nécessaires et en mettant en place des procédures expérimentales permettant l'utilisation de ce système. D'autre part, la mission consiste à mettre en évidence l'influence de la température sur les procédés d'implantation ionique.