



# BOURGOGNE INFO

NUMERO SPECIAL

AOÛT 2014



## Colloque SFEN Jeunes Sociétaires 2014

Du 23 au 25 Janvier 2014



**Le Nucléaire: Une filière industrielle d'avenir**

Amphithéâtre: Gutenberg/Galilée

**ESIREM  
Matériaux/InfoTronique**



Site internet: <http://colloquesfenjs2014.u-bourgogne.fr/>

Aile des Sciences de l'Ingénieur, 9 Avenue Alain Savary, BP 47870 ,21078 DIJON CEDEX

Tel: 03.80.39.60.09, Fax: 03.80.39.60.07



---

## AVANT - PROPOS

« Le Nucléaire : Une filière industrielle d'avenir » C'est le thème qu'avait choisi les étudiants de l'ESIREM pour le Colloque des jeunes Sociétaires de la SFEN qu'ils organisaient cette année à Dijon avec le concours de l'Université, de l'Industrie, du Grand Dijon et du Conseil Régional de Bourgogne.

En trois jours de conférences, de tables rondes et de visites de sites industriels, les deux cents participants à ce Colloque, en majorité des étudiants dijonnais mais avec des représentants d'autres clubs de jeunes sociétaires venus de toute la France, ont reçu une large information et ont pu percevoir tout le dynamisme de la filière nucléaire française.

Parmi les sujets forts du Colloque, le vécu des professionnels du nucléaire et les perspectives de recrutement et de carrière offertes dans la filière ont occupé une place de choix. S'adressant à tous ces jeunes porteurs de l'avenir de cette industrie, le Haut Commissaire à l'Energie Atomique a conclu le Colloque par un message de confiance et d'espoir, confiance dans la sûreté et l'efficacité des Centrales, espoir de succès dans la recherche pour des solutions durables.

Ce numéro spécial de Bourgogne Info regroupe une large proportion des présentations faites à l'occasion de ce Colloque.

**Jacques BOUCHARD – Président de la SFEN Groupe Bourgogne**

# PROGRAMME

## Amphithéâtre Gutenberg ☐ Jeudi 23 Janvier

---

### INTRODUCTION

- 8h00** *Accueil des conférenciers et des participants dans le hall de l'amphithéâtre Gutenberg*
- 9h00** Ouverture du colloque par **Samuel PERCHAUD**, président du comité des élèves du colloque SFEN JS 2014.  
Introduction de **Franck DENAT**, vice-président du conseil scientifique l'université de Bourgogne, **Michel NEUGNOT**, vice-président du conseil régional de Bourgogne, **José ALMEIDA**, vice-président du Grand Dijon, **Valérie FAUDON**, déléguée générale de la SFEN et de **Gilles CABOCHE**, directeur de l'ESIREM.

### LE NUCLEAIRE DANS LE MONDE

- 10h00** **Dominique OCHEM**,  
CEA Le paysage mondial du nucléaire
- 10h30** *Pause*
- 10h45** **Jacques BOUCHARD**,  
Président de la SFEN Bourgogne Les centrales nucléaires dans le monde
- 11h15** **Bertrand GAUVAIN**,  
Délégué général du PNB Les marchés industriels mondiaux
- 11h45** Questions sur les conférences précédentes
- 12h30** *Repas* *Restaurant Universitaire Montmuzard*

### LE CYCLE DE VIE D'UNE CENTRALE NUCLEAIRE

- 14h00** Ouverture de l'amphithéâtre Gutenberg
- 14h30** **Gilles PERRIN**,  
AREVA : direction scientifique Conception
- 15h15** **Xavier POUGET-ABADIE**,  
EDF / DIN Exploitation
- 16h00** *Pause*
- 16h15** **Marc LEURETTE**,  
Délégué régional EDF Bourgogne Démantèlement
- 17h00** **Table Ronde**  
animée par **Valérie FAUDON**,  
déléguée générale de la SFEN *La place du nucléaire dans la transition énergétique.*  
(Participation de Gilles PERRIN, Xavier POUGET-  
ABADIE, Marc LEURETTE, Francis SORIN, SFEN,  
Emmanuel DAMERY, CEA LITEN, Gilles CABOCHE,  
ICB)
- 18h30** *Repas* *Restaurant Universitaire Mansart*
- 20h00** *Soirée concert à l'Athéneum*  
Entrée libre Soirée pop rock avec ANIMAL TV et MATT  
BOLLINGER AND THE CHARLIE'S BAND

## Amphithéâtre Gutenberg ☒ Vendredi 24 Janvier

---

- 7h30** *Départ pour la visite d'AREVA Saint Marcel*
- 10h00** Projection du film *Pandora's Promise* et ses réactions
- 12h45** *Repas* *Restaurant Universitaire Montmuzard*

### LES METIERS DES FUTURS INGENIEURS ET CADRES

- 14h30** Ouverture de l'amphithéâtre Gutenberg
- 15h00** **Nicolas RICHARD,** Les métiers du nucléaire vus par le PNB  
Conseiller technologique au PNB
- 15h40** **Laurent SALTRE,** Les différents métiers ;  
DRH à IB France Evolution des besoins par rapport aux compétences
- 16h20** *Pause*
- 16h35** **Stanislas LATANSKI,** Présentation d'une expérience de jeune cadre  
EDF, inspecteur CEIDRE
- 16h55** **Sophie MISSIRIAN,** Présentation de la SFEN Jeune Génération  
Présidente SFEN Jeune Génération Introduction de la table ronde
- 17h20** **Table Ronde** *Quelles compétences pour quels métiers ?*  
Animée par **Sophie MISSIRIAN** (participation de Nicolas RICHARD, Laurent SALTRE, Stanislas LATANSKI, Sébastien CHEVALIER, Talent Campus, Eric MERMET, directeur de l'INA, Raphaël HERNANDEZ, EDF Bourgogne, Jacques JACQUENET, président SICECO)
- 19h00** *Repas* *Restaurant Universitaire Mansart*  
*Soirée libre*

## Amphithéâtre Galilée ☒ Samedi 25 Janvier

---

### LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT

- 8h30** Ouverture de l'amphithéâtre Galilée
- 9h00** **Denis CEDAT,** Présentation d'une expérience de jeune cadre  
AREVA
- 9h45** **Frédéric BERNARD,** Le nucléaire à l'ICB  
Professeur uB / laboratoire ICB
- 10h30** *Pause*
- 10h45** **Régis BAUDRILLART,** Le nucléaire au CEA  
CEA / DEN

### CONCLUSIONS

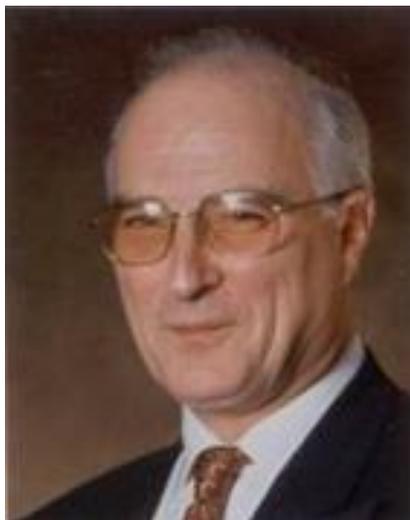
- 11h30** Discours de clôture par **Yves BRECHET**, Haut-commissaire à l'énergie atomique et membre de l'académie des sciences.  
Fermeture du colloque par **Samuel PERCHAUD**, président du comité des élèves du colloque SFEN JS 2014.
- 12h30** *Buffet – Cocktail de clôture*

# LE NUCLEAIRE DANS LE MONDE

## Les centrales nucléaires dans le monde

Jacques BOUCHARD

Conseiller de l'Administrateur Général du CEA



Aujourd'hui, 440 réacteurs répartis dans 30 pays produisent environ 13% de l'électricité mondiale. Près de 90% de ces réacteurs sont du même modèle, à eau légère comme caloporteur. 60 réacteurs sont en construction et 200 en projet.

On distingue 4 générations : GI, un peu avant les années 60, entre 1970 et 2000 les GII actuellement en fonctionnement, GIII en construction comme l'EPR, puis GIV à neutrons rapides et hautes températures prévus pour 2035.

Il faut souligner la logique industrielle qui a amené ce développement. Au début on disposait d'uranium naturel qu'on ne savait pas enrichir ; il n'y avait que deux pays qui maîtrisaient la technique à des fins militaires ; on a utilisé les réacteurs UNGG (uranium naturel graphite gaz). A partir du moment où on a su enrichir, on a utilisé l'eau ordinaire comme caloporteur. L'accident de TMI sur un réacteur tout neuf a provoqué une prise de conscience sur la sûreté des accidents graves. Cela a fait évoluer en particulier le contrôle commande. L'accident de Tchernobyl a été beaucoup moins riche d'enseignement sur le plan technique.

Le grand progrès de la GIII est la limitation de la probabilité et des conséquences des accidents graves tels que la fusion du cœur. La sûreté a toujours été le premier objectif dans le nucléaire. Aujourd'hui, pour l'EPR le critère de probabilité d'endommagement du cœur est à un niveau jamais atteint et néanmoins des mesures spécifiques sont prises pour en limiter les conséquences. Puis Jacques Bouchard rappelle que d'autres modèles de réacteurs GIII sont construits par les Coréens, les Russes ou les Américains. Les nouvelles constructions dans le monde seront des réacteurs de GIII pendant au moins les 30 années à venir.

Pour GIV, la motivation industrielle est le développement durable, intégrant les besoins croissants d'énergie dans le monde ; les ressources fossiles ne sont pas infinies et les énergies renouvelables ont leurs propres limites. Les risques climatiques imposent le développement des sources non-carbonées.

Jacques Bouchard : « Constatant les limites du nucléaire actuel, en particulier la faible utilisation de l'uranium naturel et la gestion des déchets, les nations nucléaires se sont regroupées au sein du Forum International GIV France, UE, Chine, Canada, Brésil, Argentine, USA, UK, Suisse, Corée du Sud, Afrique du Sud, Russie, Japon, que j'ai présidé pendant quelques années. L'Inde n'en fait pas partie car ce pays n'a pas signé le Traité de Non Prolifération. »

Pour GIV, en plus des progrès réalisés pour GIII, sur la compétitivité économique et la sûreté les nouveaux objectifs concernent une utilisation complète de l'uranium et une réduction drastique des déchets, en particulier en brûlant l'essentiel du plutonium et des autres actinides créés par le fonctionnement des réacteurs actuels.

Le Forum a travaillé avec des industriels, des scientifiques et différentes agences en lien avec le nucléaire. Finalement, le choix pour les études s'est porté sur 6 modèles en majorité des réacteurs rapides parce que cela permet de brûler le plutonium. Dans les choix on retrouve le caloporteur sodium, puisque c'est celui qui a été le plus expérimenté dans le monde. En France, on a fait Super Phénix (1250 MW) qui a fonctionné pendant une dizaine d'années avec des difficultés administratives plus que techniques.

Jacques Bouchard : « A ce stade on peut se poser la question de savoir pourquoi on reprend un modèle qui a été arrêté ? En fait, ce n'est pas cela, car entre temps les spécifications ont évolué. Super Phénix avait les concepts de l'époque de GII. Les objectifs pour GIV sont différents, on vise d'atteindre au moins le niveau de sûreté de la GIII et de réduire le coût d'investissement car dans les années 70 on développait plus la technique que l'économie. En France nous avons un prototype, ASTRID, qui est au stade des études préliminaires qui devraient se concrétiser à la fin de la décennie ; il est de taille industrielle avec 600 MW. Ce sera le premier prototype mais par le dernier, les vraies réalisations préindustrielles devraient intervenir à la fin des années 2030 et les applications industrielles à grande échelle apparaîtront vers 2050 »

## **Les marchés industriels mondiaux**

### **Bertrand GAUVAIN**

#### **Délégué Général, PNB - Le Pôle de l'Industrie Nucléaire**



Qu'est-ce qu'un pôle de compétitivité ?

Bertrand Gauvain : « *En Bourgogne, principalement, mais aussi sur Rhône-Alpes et au-delà, nous rassemblons des industriels, des universitaires, des organismes de recherche privés et publics et d'enseignement, dans le but de créer une dynamique collaborative entre les acteurs pour développer la R&D, pour augmenter la performance et préparer l'avenir. Dans le domaine du nucléaire, il y a beaucoup de perspectives maintenant et pour longtemps. Un projet comme ASTRID qui concerne la*

*4<sup>ème</sup> génération de réacteurs, se développe sur des décennies. Il y a du travail pour tout le monde dans la filière industrielle compte tenu des différents métiers, et pour longtemps : vous pourrez y faire toute votre carrière. »*

C'est en Bourgogne que se trouvaient les compétences pour le développement de la filière industrielle du nucléaire, du moins pour sa partie métallurgique. Pour fabriquer les composants lourds de l'îlot nucléaire. Creusot Loire est la seule forge capable de produire les grosses pièces nécessaires. De plus le site de Chalon St Marcel a accès au transport maritime via la liaison entre la Saône et le Rhône. On peut citer également, par exemple, Valinox Nucléaire à Montbard qui produit des tubes cintrés et autres tubes de spécialité en aciers inoxydables et alliages de nickel pour centrales à eau pressurisée. Le Pôle de compétitivité PNB<sup>1</sup> rassemble aujourd'hui 165 adhérents.

Bertrand Gauvain a centré son exposé sur la filière nucléaire française proprement dite, en soulignant son cadre de travail. Il est très réglementé sur le plan de la sûreté, de l'environnement et de la santé. Et cela impose une haute technicité des entreprises et du personnel.

Autour des acteurs industriels, la filière inclut d'autres acteurs dont les missions sont de contrôler la mise en œuvre réglementaire, de délivrer les certifications, qualifications et habilitations pour les entreprises et de former aux aptitudes nécessaires pour intervenir sur les installations.

La filière recouvre potentiellement tous les processus de production d'électricité d'origine nucléaire, même si, à ce jour, seuls les réacteurs REP sont en fonctionnement en France.

La filière nucléaire française est composée de grands leaders de taille mondiale comme EDF, AREVA, ALSTOM, BOUYGUES ou VINCI, ou encore le CEA, d'Entreprises de Taille Intermédiaire et de PME développant des technologies avancées pour la sûreté et la sécurité des installations nucléaires. Cet ensemble rassemble environ 2500 entreprises, travaillant dans les domaines de la recherche, de la production, de la fabrication/construction, du contrôle et de la formation. Le chiffre d'affaire de la filière est de 46 Mds€ dégageant une valeur ajoutée de 13 Mds€. La filière emploie environ 220 000 personnes avec des perspectives d'embauche importantes sur la décennie en cours.

Les marchés de la filière électronucléaire sont prometteurs car ils conjuguent :

- Un développement du nucléaire dans le monde. Au-delà de l'accident de Fukushima qui a naturellement poussé chaque pays à se réinterroger, certains ont affirmé leur confiance dans cette énergie, comme le Royaume-Uni, la Chine, le Royaume d'Arabie Saoudite, la Turquie, ...
- Des besoins gigantesques en maintenance sur le parc français, à l'aube de l'allongement probable de la durée de vie des 58 tranches de réacteurs en exploitation en France. EDF envisage un grand plan industriel sur les 15 prochaines années de plusieurs dizaines de Mds€
- L'investissement dans les réacteurs de recherche qui préparent les prochaines générations de réacteurs (Gen IV, ITER)
- Et, enfin, le démantèlement à venir des centrales actuelles, soit rapidement pour les pays qui ont fait le choix de la sortie du nucléaire, soit à terme dans les décennies à venir.

Pour faire face à tous ces enjeux, la filière s'adresse aux jeunes générations qui auront la responsabilité et le privilège d'investir ces marchés dans les années à venir.

Bertrand Gauvain : *« Aujourd'hui la filière nucléaire française se structure pour faire face à la concurrence mondiale qui s'accroît. »* Le PNB sera présent, avec ses membres sur la première édition du World Nuclear Exhibition du 13 au 16 Octobre 2014 au Bourget. La WNE doit permettre aux multiples sous-traitants de faire connaître leur savoir faire à des visiteurs venus du monde entier.

---

<sup>1</sup> <http://www.polenucleairebourgogne.fr/>

# LE CYCLE DE VIE D'UNE CENTRALE NUCLEAIRE

## Evolution de la conception des réacteurs à eau pressurisée Gilles PERRIN, AREVA Fellow, Direction scientifique



AREVA emploie 46000 personnes dans le monde regroupées principalement au sein de 5 business groups : mines, amont (conversion, enrichissement, combustible), réacteurs et services, aval (retraitement, déchets, démantèlement), renouvelables (solaire thermodynamique, éolien, biomasse, stockage de l'hydrogène) ; et d'une Ingénierie.

Gilles Perrin : « AREVA est une entreprise où la technologie compte fortement, nous avons 1000 experts scientifiques et une direction scientifique en charge notamment de l'animation de la communauté des experts et de l'évaluation des projets de R&D. »

Parmi les améliorations dans le réacteur EPR™, Gilles Perrin a exposé le processus du core catcher avec les tests d'étalement du cœur en fusion et le système de refroidissement. Autres exemples, le renforcement de la résistance au crash d'avion avec une enceinte extérieure d'environ 50000 tonnes, ou la suppression des pénétrations de fond de cuve.

Pour repousser quelques frontières techniques, il faut aussi améliorer l'évaluation des caractéristiques des matériaux et l'évolution de ces caractéristiques en particulier dans le temps. La simulation a une grande importance pour le client et pour l'Autorité de sûreté. Gilles Perrin a ensuite développé trois sujets : la mécanique de la rupture ductile qui est liée au développement de porosité à l'intérieur des matériaux. Cette rupture serait susceptible d'apparaître sur les composants métalliques à température moyenne ou élevée.

Avec la simulation on peut visualiser ce qui se passe en réalité, mais aussi ce qui se passerait si un phénomène n'existait pas, ce qui est plus difficile à voir dans la nature.

Gilles Perrin a également développé le soudage avec le procédé du Cold Metal Transfert qui permet de réduire l'apport de chaleur et donc les distorsions.

Tout ceci exige d'avoir des programmes de R&D pérennes car les études sur la ductilité et le soudage par exemple s'étalent sur une trentaine d'années chez AREVA.

Pour terminer, Gilles Perrin ajoute : « *la conception, c'est la rencontre du rêve et de la réalité : il faut rêver un peu pour progresser, mais si on ne se confronte pas à la réalité on reste sur le rêve, on n'obtient pas une conception* ». En répondant aux très nombreuses questions, Gilles Perrin a indiqué quelques pistes de recherche pour l'avenir telle que le phénomène de fatigue des matériaux.

## **Le cycle de vie d'une centrale nucléaire : l'exploitation** **Xavier POUGET-ABADIE, EDF/DIN**



Dans la vie d'une centrale nucléaire, l'exploitation constitue la période la plus longue. L'exploitant nucléaire est le premier responsable de la sûreté de ses installations. A EDF, l'exploitation du Parc est assurée par la DPN avec 22000 salariés. Le Parc de 19 centrales compte 58 réacteurs de la technologie REP, d'un âge moyen de 28 ans et totalisant un retour d'expérience d'exploitation de 1550 ans. EDF, exploitant nucléaire est aussi architecte ensembleur de ses centrales dont il est propriétaire, ce qui lui permet de maîtriser l'ensemble du cycle de vie de ses installations. Non seulement l'exploitant doit maîtriser l'état de ses installations tout au long de leur cycle de vie, de la conception à la déconstruction, mais il doit être capable de mettre en œuvre les modifications de sûreté demandées par l'ASN. C'est ainsi que le REX des événements d'exploitation est la source des évolutions de conception, de conduite et d'organisation que l'exploitant doit maîtriser. Ainsi, les leçons tirées des accidents de Three Miles Island et de Tchernobyl ont conduit à des améliorations significatives de sûreté.

Puis Xavier Pouget-Abadie a largement développé la situation Post Fukushima et a rappelé que « *L'Autorité de Sûreté n'a demandé aucun arrêt* ». Pour protéger les fonctions de sûreté, on prévoit leur renforcement et notamment du confinement pour garantir que même en cas d'agressions naturelles bien au-delà du dimensionnement, il n'y aura pas de rejets importants entraînant une contamination à long terme des territoires environnants. En Avril 2011, le PDG d'EDF a annoncé la création d'une Force d'Action Rapide Nucléaire (FARN). La FARN<sup>2</sup> comporte 5 équipes de 14 personnes devant être sur site en 12 heures. Ces équipes sont réparties sur le territoire, (Bugey, Civaux, Dampierre, Paluel) et sont constituées de professionnels du nucléaire qui consacrent 20 semaines par an à des entraînements spécifiques liés à leur mission au sein de la FARN et sont, le reste du temps, au service de leur attachement.

Le parc nucléaire a été conçu pour une durée de vie technique de 40 ans ; la prolongation au-delà est possible sur le plan technique. Nos centrales ont été construites sous licence américaine (Westinghouse) ; aux USA les mêmes centrales ont obtenu (ou sont en voie d'obtenir) une licence de 60 ans. Techniquement tous les composants sont remplaçables, à l'exception de la cuve et de l'enceinte des réacteurs. Un vaste programme industriel est mis en place pour cela : le Grand Carénage. EDF dispose d'une ingénierie intégrée et d'une R&D (Institut d'étude du vieillissement des matériaux, entre

---

<sup>2</sup> Voir l'interview de son directeur P. Renoux sur le site de la SFEN Jeune Génération : <http://www.sfenjg.org/Interview-de-P-Renoux-Directeur-de>

autre) qui lui permettent de répondre de l'état de ses installations et de leurs évolutions et de faire face aux défis techniques et industriels de l'exploitation de son Parc sur une longue durée.

## Le programme de déconstruction des centrales nucléaires Marc LEURETTE, délégué régional EDF Bourgogne



Marc Leurette a tout d'abord indiqué le déroulement de sa carrière très riche d'expériences diverses. Après son diplôme d'ingénieur il a été officier mécanicien dans la marine, entré à EDF il a fait de la production thermique, maintenance nucléaire, patron d'une centrale thermique dans l'Est de la France, directeur de la Centrale de Creys Malville, puis patron de la centrale nucléaire de St Alban et expert nucléaire auprès du Ministère de l'Intérieur. C'est précisément après la décision d'arrêt de Creys Malville que Marc Leurette a eu l'expérience de déconstruction.

EDF est responsable de la conception, de l'exploitation et de la déconstruction de ses installations sur les plans financier et technique. Très vite le choix a été fait de la déconstruction immédiatement après l'arrêt pour profiter des compétences.

Marc Leurette : « *Déconstruire, c'est un métier compliqué, de par la multitude de risques auxquels il faut faire face. EDF dispose d'une entité dédiée, de beaucoup d'ingénierie ; il y a une logique fonctionnelle dans la déconstruction des circuits : par exemple on ne va pas commencer par les circuits de passivation. Après le séquençage technique, on étudie les problèmes industriels. Puis on s'occupe de l'installation dans l'état où elle est, cet état n'étant jamais stable puisque au fur et à mesure qu'on enlève un matériel, on doit revoir les conditions de sûreté, de radioprotection, d'intervention en cas d'incendie...* »

La déconstruction est une activité de main-d'œuvre, c'est un métier. Il n'y a pas de filière industrielle de déconstruction, mais dans le futur avec les travaux en Allemagne, Belgique, Angleterre...une véritable filière propre au nucléaire pourrait se développer.

Les déchets sont importants en volume : environ un million de tonnes, en majorité du béton, et seulement 300 T de FA-MA à vie longue. ICEDA, installation intermédiaire des déchets activés, en construction, permettra d'entreposer pour une durée limitée (50 ans) les déchets de moyenne activité à vie longue.

Puis Marc Leurette passe en revue les 9 réacteurs EDF en cours de démantèlement : Chooz A (REP), Brennilis à eau lourde, 6 réacteurs de la filière Uranium Naturel/graphite-gaz (Chinon A1, A 2, A3 –St Laurent A1 et A2 – Bugey1) Creys Malville (RNR) signalant au passage que le démantèlement de Chooz donnera de l'expérience pour tous les réacteurs à eau légère à l'avenir.

Concernant Creys Malville, l'arrêt brutal (décembre 1998) n'avait pas permis de préparation et les dossiers préalables ont pris du temps. Après le décret d'Autorisation de démantèlement obtenu en 2006, le traitement du sodium (5500T) sera terminé en 2015. La 3<sup>ème</sup> étape comportera le démantèlement du bloc réacteur et l'assainissement des locaux pour ne plus avoir de radioactivité en 2024. Il ne restera que la démolition des bâtiments jusqu'en 2028. Pour les UNGG on commence par Bugey avec un démantèlement du réacteur le l'extraction du graphite jusqu'en 2033, puis St Laurent à partir de 2021, et enfin Chinon A pour terminer en 2047. Il a fallu inventer la filière du stockage du graphite ce qui a beaucoup retardé le début.

L'exposé de Marc Leurette a suscité de nombreuses questions.

## **Place du nucléaire dans la transition énergétique**

### **Table ronde animée par Valérie FAUDON, Déléguée Générale de la SFEN**





**Vue des participants à la table ronde**

Participants (de gauche à droite) : Emmanuel DAMERY CEA Liten, Valérie FAUDON SFEN, Jacques JACQUENET SICECO, Gilles PERRIN AREVA, Gilles CABOCHE ESIREM, Marc LEURETTE EDF, Francis SORIN SFEN, Xavier POUGET-ABADIE EDF.

Valérie Faudon : Quel est l'objet du débat sur la transition énergétique ?

Francis Sorin directeur du pôle d'information de la SFEN: « il faut prendre la mesure du problème au niveau mondial, pas seulement l'énergie mais le climat. Les deux choses sont liées. Le pétrole, le charbon et le gaz fournissent aujourd'hui 85% de l'énergie au niveau mondial mais sont en voie de raréfaction et vraisemblablement à la fin de ce siècle, on aura du mal à s'approvisionner. Le CO<sub>2</sub> que nous produisons en brûlant ces matières premières participe au changement climatique. En regard de cela, il faut tenir compte de l'évolution démographique : vers 2050, nous serons entre 9 et 10 milliards d'habitants ; or dès aujourd'hui 1 milliard d'habitants n'ont pas accès à l'électricité et 4 milliards sont en état de précarité pour cette énergie là. »

Marc Leurette a précisé la situation en Bourgogne caractérisée par le développement des renouvelables (centrale solaire de Massangis dans l'Yonne 53MW, hydraulique dans le Morvan, usine de méthanisation à Chagny (Saône et Loire) avec les déchets urbains de toute l'agglomération chalonnaise.

Jacques Jacquenet Syndicat Intercommunal d'Electrification de Côte d'Or : en France les lignes Moyenne Tension (15000 ou 20000V) acheminent l'électricité jusqu'au consommateur. Les lignes, supports et les transformateurs, sont la propriété de la commune qui souvent en confie la gestion à une autorité organisatrice de la distribution. En Côte d'Or, 662 communes ont délégué cette fonction au SICECO. Le SICECO concède l'exploitation du réseau au concessionnaire ERDF via un cahier des charges de concession. SICECO a été chargé par la Région, le Conseil Général et l'ADEME de recenser les besoins en Côte d'Or et de définir les axes stratégiques pour le département. Le Grenelle de l'environnement prévoit 23% d'énergies renouvelables d'ici 2020. En Côte d'Or actuellement il y a 4 parcs éoliens. On devrait avoir 550 MW on en est à 50MW.

Valérie Faudon : où en sommes-nous en France pour les énergies renouvelables ?

Emmanuel Damery a rappelé le rapport de puissance : une éolienne 3 MW, un EPR 1500 MW, une ferme solaire 210MW.

Marc Leurette indique l'application eco2mix pour Smartphone qui donne en temps réel des réponses : par exemple combien produit-on aujourd'hui ? 59000 MW avec la répartition suivante : 74% de nucléaire, 13 % d'hydraulique, 5 % de gaz, 4 % de charbon, 4 % d'éolien et pas de solaire.

Francis Sorin souligne que l'éolien étant fortement subventionné par le gouvernement Allemand, cela dérègle complètement le marché de l'électricité au niveau européen.

Valérie Faudon : Qu'en est-il pour la chaleur et les transports ?

Emmanuel Damery : « L'automobile contribue pour 28 % des émissions de gaz à effet de serre. On travaille actuellement sur des véhicules qui consommeront 2 litres aux 100km. Pour les voitures électriques avec batterie, elles ne se rechargent pas en 5 mn comme pour faire un plein d'essence. En fait, il faut arriver à produire l'énergie au moment où on en a besoin, là où on en a besoin. A défaut, il faut la stocker, ce qui coûte cher. »

Valérie Faudon : quelles sont les coordinations au niveau international ?

Xavier Pouget-Abadie précise qu'il y a toujours eu des coordinations sur le nucléaire civil, avec l'EURATOM dès 1957 et au même moment l'AIEA a émis des standards de sûreté qui ne sont pas contraignants, la sûreté revient aux Etats membres. Entre les électriciens et les autorités de sûreté, il y a des rencontres pour des standards de sûreté.

Des précisions ont été données à propos des déchets, de leur tri, puis du conditionnement, de leur stockage en application de la loi Bataille de 1991.

Valérie Faudon : Est-ce que le nucléaire est une énergie d'avenir ?

Gilles Perrin répond que l'uranium étant à un coût accessible pouvait faire fonctionner les réacteurs actuels pendant 60 ans. Avec les RNR de la 4<sup>ème</sup> génération on va beaucoup plus loin. Au-delà avec la fusion, un outil est en construction à Cadarache : ITER ; ce n'est pas un réacteur de fusion, mais un test pour la physique des plasmas et le confinement du tritium. Le réacteur Démo vers 2050 est en projet.

Gilles Caboche, Directeur de l'ESIREM, conclut : « la transition énergétique concerne tout le monde, mais vous les jeunes vous la vivrez beaucoup plus que nous, soit en acteurs, soit en observateurs. Il va falloir moins consommer et produire propre. L'efficacité énergétique sera largement développée dans les années à venir. Le stockage de l'électricité peut également être amélioré ainsi que les réseaux ...Il faudra innover, on compte sur vous ! »

# LES METIERS DES FUTURS INGENIEURS ET CADRES

**Les métiers du nucléaire vus par le PNB**  
**Nicolas RICHARD, Conseiller Technologique au PNB**



Ce colloque a permis de mettre l'accent sur les secteurs d'activités dans le domaine du nucléaire, les aspects techniques associés, les métiers du nucléaire qu'ils soient dans le secteur amont, de la construction, de l'exploitation et de la maintenance ou dans l'aval mais également sur les emplois à venir dans la filière. Un état des lieux des emplois en France et des emplois à venir a été établi. Les secteurs techniques relatifs à chaque métier ont été présentés permettant ainsi à un jeune de connaître les voies et les métiers sur lesquels se diriger dans les maillons de la filière nucléaire en France. En outre, les entreprises travaillant dans chaque secteur d'activité et leurs métiers associés ont été présentés. Enfin, cette présentation a permis de mettre en exergue le travail accompli par le Comité Stratégique de Filière Nucléaire définissant ainsi les 110000 emplois qui seront à pourvoir d'ici 2020.

**Quelles compétences pour quels métiers ?**  
**Table Ronde animée par Sophie MISSIRIAN,**  
**présidente de Jeune Génération SFEN**



Participants : Roland SALTRE DRH à IB France, Nicolas RICHARD Conseiller technique au PNB, Stanislas LATANSKI EDF inspecteur CEIDRE, Sébastien CHEVALIER Talent Campus, Raphaël HERNANDEZ EDF Bourgogne, Charles DONADILLE AREVA

SM : quelques chiffres sur les emplois à venir dans le nucléaire ?

Nicolas Richard : les nouveaux projets vont générer 110000 emplois dans la filière nucléaire d'ici 2020 dont la moitié pour remplacer des départs en retraite. En dehors des grandes entreprises, 2500 entreprises au niveau national travaillent dans le domaine nucléaire. Les PME emploient beaucoup. Par ailleurs, cette filière dispose d'un dispositif de formation très important qui s'étend tout au long de la carrière qu'elle soit technique ou liée à la spécificité du nucléaire : culture de sûreté, ou «nucléaire attitude. »

Charles Donadille : les partenariats que nous avons avec les firmes étrangères nous obligent à maintenir un haut niveau technologique donc une R&D puissante. Les deux grands moteurs technologiques en France sont actuellement l'aéronautique et le nucléaire avec des schémas un peu voisins

SM : Culture de sûreté ?

On parle de chaîne de sûreté. Chaque individu est un maillon de la chaîne dans son travail quotidien. A Montbard, Vallourec a recruté 300 personnes pour doubler sa capacité de production. Or les tubes des générateurs de vapeur font partie des barrières de sûreté. Le recrutement s'est fait sur le bassin de Montbard avec des formations diverses qui ont reçu une formation spécifique : on ne déroge pas aux consignes dans cette filière, on n'improvise pas. Mais on se pose la question : Quelles sont les conséquences si je fabrique mal les pièces ?

SM : Est-ce que le regard sur le nucléaire est en train de changer aujourd'hui ?

L'image de la métallurgie est entrain de changer, elle n'est plus ressentie comme polluante ; elle fait appel à des connaissances en modélisation, au calcul numérique...quand un soudeur doit se mettre à son poste, on lui fait tester à l'aide de la réalité virtuelle ou la réalité augmentée.

Pour la présence des femmes, il est rappelé qu'au sein de la SFEN, le groupe Women in Nuclear (WIN) est très actif. A EDF, on compte 18 % de femmes parmi les cadres et l'an dernier elles représentaient le tiers de la totalité des recrutements. On les retrouve dans tous les métiers (opératrice, environnement, communication...Deux sites sont sous la responsabilité de femmes.

Questions de jeunes : j'ai en vue un stage dans le génie civil, cela va-t-il me donner un plus aux yeux d'un recruteur du nucléaire ?

Réponse : le recruteur du domaine nucléaire à EDF regarde si vous avez un parcours diversifié, il cherche quelqu'un qui va être mobile géographiquement et fonctionnellement. Ce stage ne vous desservira pas. Le stage à l'étranger montre une envie, une prise de risque qui interpelle le recruteur.

Q : Pour être performant dans son travail, les compétences techniques suffisent-elles ?

R : Il existe une formation Talent Campus à Dijon [www.ecoletalentcampus.fr](http://www.ecoletalentcampus.fr) destinée à acquérir des compétences sur la prise de parole en public, devenir créatif et convaincant, estime de soi, confiance, motivation, expression orale, négociation, gestion du stress, la notion de réseau ...

SM : la valeur qui représente le mieux le monde nucléaire ?

« Exigence et compréhension, exigence d'aller chercher la cause ultime ; cela m'a frappé quand je suis arrivé dans le nucléaire, je n'ai pas vu cela avant, dans l'automobile...il y a d'autres valeurs de performance économique, de productivité...Dans le nucléaire c'est la sûreté : je dois comprendre ce qui se passe, aller chercher la cause ultime du comportement du matériau ; une amorce de défaut pourquoi et comment va-t-il évoluer ? Est-ce que je suis capable de simuler le phénomène, d'en évaluer le risque, on veut toujours aller vers la cause ultime. Cela donne des challenges permanents. Il y a peu de filière qui valorise autant les doctorats que la filière nucléaire. »

Enfin, on va devoir instrumenter les composants. Un générateur de vapeur ne sera plus simplement un réservoir sous pression thermo hydraulique, il sera piloté et donnera des renseignements sur son fonctionnement. Pour la maîtrise des procédés de fabrication, par exemple la nouvelle presse du Creusot est équipée de capteurs de mesure dimensionnelle, de pyrométrie sophistiquée. Avec la simulation numérique, on pourra coupler les mesures faites sur la pièce avec des logiciels de calcul. Cela rejoint l'infotronique.

Q : faut-il passer par l'alternance ou un contrat pro ?

A EDF, 5 % des ingénieurs embauchés sont passés par l'alternance. EDF accueille plus de 1000 étudiants en alternance.

# LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT

## Présentation d'une expérience de jeune cadre

**Denis CEDAT - R&D projects Manager -  
Powder metallurgy and HIP manufacturing Department (PTCMPJ-F)  
Technical Center – France AREVA NP**



Le groupe AREVA a acquis des positions de leader mondial dans ses métiers grâce à une politique dynamique de maîtrise des technologies les plus avancées et d'intégration de ces progrès dans ses produits et services.

Cet effort continu depuis l'origine des premières mises en œuvre industrielles de l'énergie nucléaire a permis de constituer et de valoriser un important patrimoine intellectuel, d'assurer une forte avance technologique et de conforter le positionnement du groupe à l'international.

Notre but est non seulement de conserver mais d'accroître ce patrimoine, grâce aux équipes de R&D et d'experts au sein de chaque Business Units du groupe et par le biais d'une politique de recherche et d'innovation ambitieuse

Le département de Recherche & Développement est le moteur de l'innovation produit au sein d'AREVA. Il conçoit, teste et fiabilise des appareils de nouvelle génération pour maintenir la compétitivité sur un secteur hautement technologique.

Ingénieur-docteur de formation, Denis CEDAT, actuellement en charge du programme de développement de la métallurgie des poudres chez AREVA. Basé au Centre Technique Areva, développe ces procédés à travers des programmes de R&D internes ainsi que des projets collaboratifs multipartenaires qu'il lui incombe de monter et de piloter par la suite. Assisté de techniciens de recherche, il gère la conduite de projets de recherche et développement qui s'inscrivent dans une roadmap de développement plus généraliste, en respectant les contraintes de qualité, coûts, normes et délais.

Le développement du réseau technique, des collaborations avec les universités et instituts ainsi que la veille technique font partie des missions de l'ingénieur R&D.

En tant qu'expert chez Areva, il lui est demandé d'approfondir et de consolider les différents savoirs et connaissances relatifs aux domaines d'expertise ainsi que de savoir mettre à disposition ses connaissances et leur transmission dans le groupe, de façon réactive et proactive. Outre la connaissance technique que nécessite la mission d'expert, une mission d'ordre plus stratégique est également demandée. En effet, l'expert doit permettre l'identification, le développement, l'analyse et la

maîtrise des technologies nouvelles nécessaires aux marchés futurs à travers l'émission d'avis pertinents quant à l'orientation technique et stratégique des projets.

L'ingénieur R&D dans le domaine du nucléaire est aujourd'hui confronté à un contexte de plus, international et multidisciplinaire, auquel il doit s'adapter en faisant preuve d'ouverture d'esprit, de curiosité et de créativité.

**Le nucléaire au sein du laboratoire ICB**  
**Frédéric BERNARD**  
**Professeur à l'Université de Bourgogne**  
**Animateur de l'équipe de recherche Matériaux Nanostructurés**  
**Du département Nanosciences de l'ICB**



Le Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne (ICB) est essentiellement constitué de trois départements scientifiques pour lesquels les appellations des équipes de recherche constitutives indiquent les préoccupations scientifiques principales :

- Département « Optique, Interaction Matière-Rayonnement » (OMR) lui-même composé des équipes : Dynamique Quantique et Non-Linéaire, Optique de Champ Proche, Processus Femtosecondes et Lasers Intenses, Solitons, Lasers et Communications Optiques, Spectroscopie Moléculaire, Processus Collisionnels et Applications.

- Département « Interface et Réactivité dans les Matériaux » (IRM) lui-même composé des équipes : Adsorption sur Solides Poreux, Electrochimie Interfaciale -Corrosion, Laser et Traitement des Matériaux, Métallurgie, Microstructure, Mécanique, Modélisation, Oxydes, Electrochimie, Physico-Chimie des Milieux Cimentaires et Colloïdaux.

- Département Nanosciences (NANO) lui-même composé des équipes : Microondes, Matériaux Nanostructurés, Nanostructures et Formulation, Optique Submicronique Nanocapteurs, Surfaces et Interfaces d'Oxydes Métalliques, Physique Appliquée aux Protéines.

Même si des collaborations se retrouvent au sein des trois départements, c'est la volonté des chercheurs du laboratoire ICB d'aller plus loin dans la compréhension des phénomènes associés à la « réactivité des solides » qui a été et est la véritable force motrice de ses activités dans le domaine du nucléaire.

Ceci se retrouve dans son souci, d'étudier l'influence de l'environnement sur les propriétés des matériaux et de maîtriser la microstructure de ces matériaux. Pour cela, un effort particulier est consenti dans la mise en œuvre d'outils de caractérisation originaux (ex-situ mais le plus souvent in-situ). Cette démarche a permis de progresser dans la compréhension, (i) des phénomènes

impliqués au niveau des interfaces solide/(gaz, liquide ou solide), (ii) des mécanismes réactionnels impliqués dans les procédés de fabrication et d'assemblage pour en contrôler les étapes déterminantes. Ces travaux trouvent de larges applications dans les secteurs de l'énergie nucléaire. Ainsi, au cours de cet exposé, les différentes illustrations sélectionnées ont permis de mieux apprécier la forte implication des équipes de recherche bourguignonnes avec les acteurs du nucléaire comme les centres du CEA, d'AREVA, d'EDF, ...

L'étendue des recherches qu'elles soient fondamentales ou appliquées, conduites par les chercheurs du laboratoire ICB, se retrouve au travers des grandes thématiques scientifiques du nucléaire comme celles associées (i) à l'étude de l'oxydation en température du combustible ou d'un alliage de zircalloy ou de la dégradation du combustible sous irradiation, (ii) à la gestion des déchets en étudiant les interactions entre l'acier ou le béton avec l'argile ou en piégeant des éléments radioactifs, dont certains sont volatiles, dans des matrices cimentaires ou céramiques, (iii) à la fabrication de composants en développant des outils prédictifs pour le forgeage ou le soudage hybride Laser/MIG ou en mettant en œuvre la métallurgie des poudres par la réalisation de composants bimétalliques, parfois de grandes dimensions, pour les applications associées au développement des réacteurs de fission ou de fusion du futur.

## **Le nucléaire au CEA** **Régis BAUDRILLART CEA/DEN**



Régis Baudrillart est entré au CEA en 1979, sur le réacteur expérimental Rapsodie pour la sûreté, puis sur Phénix ; il a poursuivi en se consacrant à la séparation isotopique et à la gestion des déchets. Après un parcours à la DAM, il est maintenant Directeur Adjoint du Pôle Nucléaire au CEA.

La recherche et l'innovation sont indispensables pour soutenir les industriels mais aussi pour offrir des choix pour le nucléaire de demain. Les recherches au CEA couvrent tout le domaine nucléaire depuis l'élaboration du combustible jusqu'au traitement et conditionnement des déchets.

Régis Baudrillart : *« Avec les RNR, l'optimisation de la source uranium change totalement l'utilisation des ressources naturelles : puisqu'on a devant soit un millénaire de ressources, on a bien une énergie nucléaire durable. Avec les RNR, il faut extraire des densités de chaleurs très élevées, d'où l'importance du choix fait par la France d'étudier en solution de référence des RNR refroidis au sodium à travers le projet ASTRID de démonstrateur technologique. On a aussi étudié au CEA un réacteur refroidi au gaz jusqu'en 2009 et on a identifié des verrous technologiques qu'il restait à élucider pour avoir un réacteur RNR refroidi avec du gaz. Cela concerne : les matériaux qui doivent être réfractaires, et la sûreté, d'où le projet « Allegro » avec la république Tchèque, la Slovaquie, la Hongrie et la Pologne »*

Afin de continuer à disposer d'outils expérimentaux de haut niveau, la DEN construit dans le cadre d'un consortium international le réacteur Jules Horowitz à Cadarache qui succèdera au réacteur OSIRIS de Saclay. Ce réacteur est destiné à étudier le comportement des matériaux et des combustibles sous irradiation et à produire des radioéléments à usage médical (25% du besoin européen, voire 50%) et

répondre aux besoins des 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> générations et partiellement de la 4<sup>ème</sup> génération de réacteurs, notamment au développement des matériaux et combustibles innovants.

Régis Baudrillart : « *La simulation permet de reproduire le fonctionnement des composants que ce soit en fonctionnement normal ou en situations accidentelles, que l'on ne peut pas reproduire par l'expérience. Cela permet de réduire les incertitudes, d'augmenter les marges de sûreté et la performance des systèmes. La simulation est également utilisée pour l'étude du vieillissement des matériaux.* »

Pour le démantèlement, la palette des chantiers est très large : des laboratoires qui ont servi à faire de la chimie ou de la caractérisation et dont il faut reconstituer l'historique, des réacteurs d'expérimentation... le CEA est à la fois maître d'ouvrage et maître d'œuvre. Le démantèlement complet du réacteur SILOE de Grenoble est la preuve de la capacité du CEA à démanteler ce type d'installations.

Avec ses 4230 salariés, la DEN spécialise les recherches de ses centres : la simulation, les matériaux, la chimie sur Saclay, les réacteurs de fission et le développement des technologies nucléaires sur Cadarache, le cycle du combustible, l'assainissement et le démantèlement sur Marcoule.

Avant de répondre aux nombreuses questions des jeunes et des enseignants, Régis Baudrillart a ajouté : « *Nous préparons tous les éléments pour une prise de décision de construction d'ASTRID en 2019.* »

## CONCLUSIONS

### QUELQUES REFLEXIONS SUR LA R&D DANS LE NUCLEAIRE CIVIL ET SUR LES MISSIONS DU CEA

**Conclusion du Colloque des Jeunes Sociétaires de la SFEN par Yves BRECHET, Haut Commissaire à l'Energie Atomique**



Portrait express : Physico-chimiste spécialiste des matériaux et des alliages, Yves Bréchet est professeur des Universités et enseignant-chercheur à Grenoble INP, professeur associé à la McMaster University (Canada) et professeur senior à l'Institut Universitaire de France. Depuis 2010, il est membre de l'Académie des Sciences. Il a occupé plusieurs fonctions de conseiller scientifique pour Arcelormittal, Alcan, EDF et l'Onera. Il a également siégé dans différentes instances publiques, telles que le comité national du CNRS de 2005 à 2008, la Commission Nationale d'Evaluation sur les déchets radioactifs ou le conseil scientifique de la DEN et de la DAM au CEA.

*« J'aime bien la SFEN » c'est par ces mots qu'Yves Bréchet a ouvert son propos : « Elle a réussi à développer une sorte de mixité intellectuelle avec des gens qui ont une expérience et des jeunes qui ont envie de construire. La SFEN n'a pas le nucléaire honteux : le nucléaire est une très grande découverte du XXème siècle et une grande réussite industrielle de notre pays. Nous devons en être fiers, nous devons en être dignes. Votre génération doit être maître de son avenir, on ne peut pas créer de la richesse sans fabriquer des objets et les ingénieurs doivent prendre la place qui est la leur. »*

**Le nucléaire pourquoi ?** David McKay professeur à Cambridge et conseiller scientifique du gouvernement britannique a écrit un livre « L'énergie durable, pas que du vent »<sup>3</sup> Il recommande de faire le point de ce que l'on consomme, de faire le point des sources possibles d'énergie, de regarder que ce que l'on consomme à l'endroit où on le consomme peut être égal à ce qu'on produit à l'endroit où on le produit, au moment où on le produit. L'idée de David McKay est de dire : *« qu'est-ce qui est techniquement, intellectuellement, scientifiquement possible ? Et parmi les solutions, le nucléaire tient une place importante »*

Après avoir rappelé que le CEA répond aux missions que le gouvernement lui donne, essentiellement le nucléaire de dissuasion et les énergies décarbonées, dont l'énergie nucléaire, Yves Bréchet souligne que c'est grâce à la diversité de ses compétences dans des domaines très variés (cryogénie, biologie, magnétisme...) que le CEA a pu réaliser des installations hors de ses missions régaliennes telles que Neurospin.<sup>4</sup>

Yves Bréchet *« en tant que Haut Commissaire je n'ai aucun pouvoir de décision, mais une mission de conseil auprès du Gouvernement, de l'Administrateur du CEA et du Parlement pour ce qui concerne les missions du CEA. Ceci impose une réserve absolue et je parle très rarement en public ; si je commence à donner mon avis sur le mix énergétique ou la gestion des déchets, en public, cela donne un poids auprès du Gouvernement qui n'est plus le poids scientifique et technique de l'avis que je donne »*

Sur le plan scientifique, Yves Bréchet a fait quelques remarques sur les matériaux du nucléaire, en particulier ceux des centrales. Ils sont très variés et choisis « sur mesure », selon les contraintes auxquelles ils sont soumis : aciers faiblement alliés ou inoxydables, alliages base nickel, alliages de zirconium, alliages divers (Ag-In-Cd) ou céramique (UO<sub>2</sub> ou PuO<sub>2</sub>). Le milieu du nucléaire est agressif pour les matériaux: Aux sollicitations mécaniques et en température, s'ajoutent les dégâts dus à l'irradiation qui modifient les propriétés mécaniques ou chimiques des matériaux. On a de très beaux challenges comme, par exemple, le mécanisme du fluage sous irradiation, pour être capable de faire évoluer les matériaux pour un nucléaire plus durable.

Le changement d'échelle de temps est crucial, en particulier pour le stockage des déchets. Cela amène à voir le rôle clé des simulations numériques qui seront utilisées également pour comprendre les mécanismes de dégradation qu'on veut caractériser, et qui limitent la durée de vie des réacteurs.

Yves Bréchet a répondu aux très nombreuses questions posées par les jeunes et les enseignants sur les perspectives de R&D pour les années à venir.

---

<sup>3</sup> Téléchargeable gratuitement sur <http://www.amides.fr/sewtha.html>

<sup>4</sup> Voir Editos « Les défis du CEA » Janvier 2014

## Impressions de deux élèves organisateurs

**Impressions personnelles de Samuel PERCHAUD (élève, président du comité d'organisation) :** ce colloque a été pour moi un intéressant défi à relever ; il nous a permis de rencontrer les acteurs du paysage nucléaire français et de faire face à l'organisation d'un événement d'une certaine ampleur.

**Impressions personnelles de Claire TOURNIER (élève, trésorière du comité d'organisation) :** ce colloque a été très long à préparer mais, une fois le colloque commencé, c'est passé très vite. Les conférences étaient très intéressantes et on sent que les orateurs voulaient faire partager leur passion. Nous avons eu beaucoup de retours positifs, ce qui nous a rassurés sur le bon déroulement du colloque et sur le fait que les sujets étaient adaptés au public. Ce fut une très bonne expérience, très enrichissante aussi bien du point de vue personnel que professionnel : notre réseau professionnel a été élargi de par les contacts que nous avons eus lors de la préparation et, surtout, nous avons appris à nous organiser, à partager les tâches entre tous les membres de l'équipe et à se faire confiance pour finaliser un projet d'une grande ampleur

### Article de Presse sur le colloque Journal du palais du 3 février 2014

**D**epuis un an, Claire Tournier, Samuel Perchaud et Antoine

Dalod, étudiants à l'École supérieure d'ingénieurs de recherche en matériaux (ESIREM) à Dijon, ont œuvré pour piloter cet événement. Ils ont effectué un grand travail préparatoire pour choisir les intervenants et les thèmes avec le comité d'organisation. Ce colloque, sur le campus universitaire de Dijon, a duré trois jours. Ses intervenants ont abordé l'état du nucléaire dans le monde et le cycle de vie d'une centrale, de sa conception à son démantèlement. C'est ce qui intéresse de plus en plus aujourd'hui, quand on parle notamment de Fessenheim (cette centrale alsacienne promise à la fermeture). La journée suivante, le film *Pandora's Promise*, réalisé par un écologiste converti au nucléaire, a été présenté. Il défend l'énergie nucléaire qui permet de répondre aux besoins de la population sans projeter de gaz à effet de serre. Pour Antoine Dalod, « le nucléaire n'est pas incompatible avec l'écologie ». Ce colloque était également l'occasion pour les étudiants de se renseigner sur les métiers des futurs ingénieurs, la recherche et le développement. Les élèves ont eu des retours positifs sur l'organisation de l'événement qui a été pour eux très formatrice. Pour ces étudiants, il n'y a pas de doute sur le fait que le nucléaire en Bourgogne offre



Claire Tournier, Antoine Dalod et Samuel Perchaud : les étudiants impliqués dans l'organisation du colloque.

de multiples possibilités d'emplois : « Il y a d'abord tous les centres de recherche comme le CEA Valduc, ou, d'un point de vue industriel, les usines comme Areva, Valinox, Vallourec... ». Géraldine goehl, étudiante en cinquième année, voit son avenir dans cette filière : « Travailler dans le nucléaire me plairait bien, car il y a du travail sur les matériaux de développement durable. Il y a énormément de recherche à faire là-dessus, étant donné que le confinement est très important et que les particules radioactives vont durer de nombreuses années. Il faut étudier quels

matériaux tiendront le plus longtemps, c'est important, pour toujours produire plus et mieux. » Ce colloque a également servi de cadre à la remise annuelle des diplômés. L'ESIREM a ainsi remis son 1.000<sup>e</sup> diplôme d'ingénieur.

#### UN TAUX D'EMBAUCHE DE 80 % POUR LES DIPLÔMÉS

Créée en 1991, l'école propose à ses élèves deux filières : une spécialité Matériaux-Développement Durable et une spécialité Informatique/Électronique. L'ESIREM, rattachée à l'université de Bourgogne,

forme aux métiers d'Ingénieurs et à ceux de la Recherche dans divers domaines d'applications. Pour Antoine Dalod qui souhaite s'orienter dans la voie de la recherche, « c'est une double facette de notre école et c'est un vrai plus. On a toute la richesse que le monde universitaire peut apporter à une école d'ingénieur ». Samuel Perchaud se dit également satisfait de l'enseignement qu'il a choisi : « L'école a répondu à mes attentes. On a eu de belles opportunités pour faire nos stages, qui nous ont permis d'avoir une première expé-

rience du monde de l'entreprise. On a eu une palette complète d'enseignements et de compétences. Quand on regarde les anciens diplômés, la plupart ont un travail, et un travail intéressant. » L'école offre une formation recherchée sur le marché de l'emploi et les statistiques ne montrent pas le contraire. Plus de 80 % des ingénieurs ESIREM trouvent un emploi en moins de trois mois avec un salaire annuel à l'embauche de 33.000 euros.

ARIANE LAMOTHE

**SFEN BOURGOGNE – 3 rue Hautevelle 21240 TALANT - Tel : 06 73 37 55 96 – Fax 03 80 57 18 03**

**Comité de rédaction du bulletin Bourgogne Info spécial Colloque : Anne Marie GOUBE, Daniel BILLOT, Jean Claude NIEPCE**