

## Discours aux journées de la radiochimie à Orsay, le 12 septembre 2014

### Noel Camarcat - EDF Direction Production Ingénierie

Je remercie tout d'abord les organisateurs et Robert Guillaumont de m'avoir invité à ces journées à Orsay sur la Radiochimie pour y présenter quelques points de vue d'EDF. Je m'excuse de ne pas pouvoir rester jusqu'au bout, je dois partir à 16h30.

Je commence par le 1<sup>er</sup> thème qui m'est venu à l'esprit quand j'ai reçu le 1<sup>er</sup> mail d'invitation, la radiochimie et l'aval du cycle. Le thème touche parfois à l'actualité. Je rappelle donc quelques éléments institutionnels d'EDF.

- 1) Nous sommes exploitants de réacteurs (73 dans le monde) et acheteurs de combustibles pour ces réacteurs et de services du cycle. C'est à ce titre que nous sommes intéressés par les usines de combustibles et les usines du cycle des fabricants, les "vendors".

En France, on pense tout de suite AREVA, mais il n'y a pas que ce groupe. Il y a aussi Westinghouse, Cameco, Tenex, TVEL et tous les autres. Si l'on revient en France, chez Areva (mais Luc Van der Durpel donnera son point de vue) ça fait quand même entre 9000 et 12000 personnes qui travaillent dans une activité industrielle dont les disciplines amont, celles qu'on étudie dans les écoles et les Universités comportent de la radiochimie. On voit ces disciplines dans les quadrants Rouge et Jaune de la Diapositive de Robert Guillaumont. Je le rappelle un peu à destination des ministères qui se posent parfois devant nous la question. Quand on a une industrie comme celle là, il faut soutenir la grande discipline amont, et ne pas en faire une variable d'ajustement. Et bien que nous ne soyons pas opérateur d'usines de cycle, j'ai dit à l'administration que j'étais prêt à aider dans les exercices de déclinaison, en expliquant les enjeux de cette industrie pour EDF.

- 2) Dans les 10 à 15 ans qui viennent, les enjeux d'EDF sont les suivants :

- 2.1. Réussir le stockage géologique des déchets dans des conditions économiquement raisonnables

- 2.2. Poursuivre l'option du cycle fermé à moyen terme et à long terme (après 2050). Cela veut dire les chaudières à eau légère, les REP, où le Plutonium ne fait qu'un tour, les chaudières à neutrons rapides pour l'après 2050 pour le multirecyclage du Plutonium.

- 2.3 En terme de radionucléides et de radiochimie associée, s'occuper d'abord du multirecyclage du Plutonium. Cela veut dire dans des réacteurs à neutrons rapides. Pour les chaudières REP, on poussera le concept à un seul tour (ou monorecyclage) à ses limites industrielles. C'est un très gros effort. Pensez qu'un changement de teneur de Plutonium dans le combustible, c'est 10 ans de travail entre les études de sûreté de la chaudière, les éventuels changements de produits combustibles (gainage, type d'assemblage, grilles, etc...) les éventuelles modifications des usines de MOX d'Areva (oui, là ils sont tout seuls... Westinghouse et TVEL ne fabriquent pas de MOX). Cela vaut sur le parc pour 20 à 22 réacteurs chargés, 24 étant autorisés. Faut-il faire des recherches sur d'autres méthodes de multirecyclage que les réacteurs à neutrons rapides et sur la radiochimie associée ? On verra ce qui est écrit dans la future loi. Il est évident qu'EDF la respectera.

3) Il y a un autre thème du quadrant rouge de la radiochimie en conditions extrêmes dans lequel nous intervenons au plan industriel et en terme de recherche ou plutôt de R&D.

3.1 C'est celui des Accidents graves (je préfère ce terme à celui d'Accident Majeur ou même à la traduction de l'anglais Accident sévère). Je vais illustrer la R&D par des exemples beaucoup plus détaillés que la typologie de R. Guillaumont. Dans l'interaction Corium Eau, on s'intéresse d'abord à la Physique. Un corium à chaud à 2 500° dégage beaucoup d'énergie, si elle ne s'évacue pas au contact de l'eau froide, vous pouvez avoir une situation explosive, avec propagation d'une onde de pression. On appelle cela l'explosion vapeur, hors cuve ou en cuve. Bien entendu ce qui gêne l'ingénieur ces sont les conséquences mécaniques éventuelles ou possibles sur le bâtiment Réacteur. Je pense, mais c'est une opinion très personnelle parce-que le thème est difficile et que nos ingénieurs spécialisés se comptent à EDF sur les doigts d'une main que c'est un régime où on peut faire des analogies avec la détonation chimique classique mais en régime transitoire, non établi. Et ce sont ceux-là qu'il est difficile de calculer donc de prévoir. D'où des marges de sûreté importantes ou pas. C'est à quantifier. En tout cas c'est plus proche de la physique que de la chimie, à cause du mécanisme de transfert d'énergie. Toujours dans la modélisation des Accidents graves, coté intérieur de cuve, on voit une influence importante des spéciations ou concentrations chimiques suivant qu'on a des espèces métalliques ou oxydes. La répartition de flux thermiques sur la cuve ne seront pas les mêmes, d'où une probabilité de percée de cuve reliée par les modèles à la physico-chimie du bain de Corium.

3.2 Nous sommes plus proches des ingénieurs d'Etudes à EDF que des chercheurs de base, et nous avons l'habitude d'incorporer des modèles de chimie ou radiochimie à des codes décrivant toutes les phases de l'Accident, jusqu'à la phase d'Accident Grave. Nous utilisons dans l'ingénierie et la R&D d'EDF le code MAAP d'origine américaine. Nous y avons fait dans le sens décrit ci-dessus les adaptations du modèle thermique du Corium chaud avec présence d'eau. Nous y avons aussi fait des adaptations sur le module de chimie d'oxydation du Zirconium de la gaine. Comme vous le savez le métal chaud réduit la vapeur d'eau au dessus de 1204° et dégage de l'Hydrogène. Ces travaux seront publiés par nos équipes à la conférence Européenne Topfuel de 2015.

4) J'en arrive au quadrant vert de la diapositive à l'écran, Radiochimie pour les RadioNucléides gazeux et les aérosols. C'est un domaine où nous investissons en R&D avec nos pratiques d'industriels.

Nous avons besoin d'outils capables de calculer d'abord ce qui sort du bâtiment réacteur, on appelle cela le terme source puis des panaches de rejet en cas d'accident. On le fait pour les accidents de dimensionnement pour lesquels des contre-mesures sont prévues pour protéger la population. Je rappelle quelques chiffres : de l'ordre de 10 milisieverts de dose efficace en sept jours pour la mise en œuvre des mesures par les préfets. On fait aussi ce type de calculs pour les accidents hors dimensionnement, les accidents graves quand le cœur du réacteur a fondu. Là aussi, la démarche est comparable à celle exposée ci-dessus : des modèles spécialisés à l'état de l'art pour des phénomènes chimiques sur les radionucléides associés à des codes de transport plus généraux.

J'en arrive à ma conclusion

Que ce soit pour des raisons de stratégie industrielle ou pour des besoins spécifiques et techniques plus difficiles à expliquer, EDF a besoin de radiochimie. Elle compte sur vous pour les aspects amont de la discipline et pour les actions d'enseignement et de formation. Comme je l'ai dit un commençant, largement plusieurs milliers de personnes dans l'industrie française travaillent de près ou de loin en aval de votre discipline.

Je vous remercie.