

UNE INGENIERIE ALARA COMMUNE AUX REACTEURS EN EXPLOITATION

Jacques Lebeau*, Alain Quiot **, Jérôme Vigier**

* EDF Projet ALARA: Jacques.lebeau@edf.fr

** EDF UTO-Unité Technique Opérationnelle: alain.quiot@edf.fr

1/ L'ingénierie ALARA EDF nationale : une volonté forte de faciliter la mise en œuvre d'ALARA sur les sites

Depuis 2002, EDF développe une ingénierie radioprotection nationale qui intervient en tant que support technique des sites EDF pour préparer des interventions de maintenance courantes. Son objectif est d'aider à réduire les expositions professionnelles à l'aide de méthodes et d'outils modernes utilisés par un pôle de compétences qui comporte aujourd'hui dix ingénieurs (radioprotectionnistes, spécialistes CAO...).

Cette ingénierie s'appuie sur un outil très performant, le logiciel PANTHERE, pour effectuer des modélisations géométriques et radiologiques des zones les plus pénalisantes en doses du bâtiment réacteur et des bâtiments auxiliaires. Cet outil, développé par EDF, permet de créer et visualiser une représentation géométrique 3-D des locaux et des matériels concernés. Il prend en compte les spectres et les activités des divers radioéléments présents dans chaque matériel (source). Les débits de dose en chaque point du local sont alors calculés comme la somme de la contribution de chaque source et de chaque radioélément. A l'aide de ces modèles et en ajoutant aux informations précédentes le volume de travail exposé, l'ingénierie nationale est à même de réaliser des analyses d'optimisation génériques par local et par poste de travail.

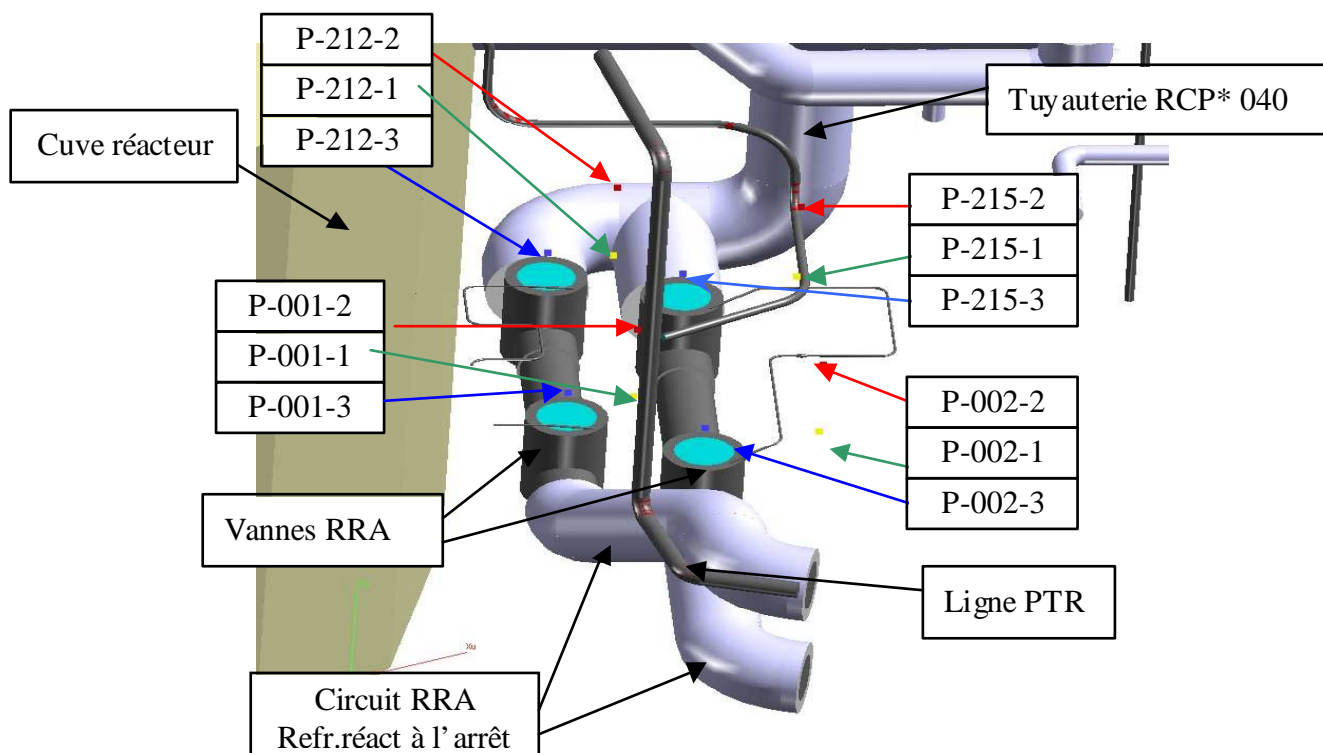
Jusqu'à une date récente, ce type d'analyse avait été réalisé uniquement pour des grandes opérations comme les remplacements de générateurs de vapeur. Il s'agit, aujourd'hui, de les proposer pour des interventions plus courantes en tenant compte des enjeux radiologiques, de la complexité de l'environnement (sources multiples...) et de la répétitivité de l'intervention (sur le même site ou sur plusieurs sites).

2/ Les analyses génériques d'optimisation de postes de travail

L'ingénierie nationale radioprotection intervient à la demande des sites. Ces derniers ont l'ambition de réduire de façon importante leurs expositions, mais n'ont pas aujourd'hui les compétences et les moyens adaptés pour effectuer de telles analyses.

La première analyse a été réalisée sur les travaux de maintenance des quatre vannes du « carré d'as » sur le circuit primaire des réacteurs 900MWe. Cet exemple répond parfaitement aux critères précédents : les enjeux radiologiques sont importants, tant en terme de dose collective, 200 h.mSv en situation de référence non optimisée, que de doses individuelles. Dans cette zone, il y a plus de dix sources et des travaux de maintenance sont effectués lors de chaque arrêt de tranche sur ces vannes. Trois scénarios de maintenance peuvent être envisagés, ils combinent la maintenance complète ou simplifiée d'une vanne, de deux ou de trois vannes. Les options de radioprotection possibles pour optimiser le terme source sont la mise en place de protections biologiques, l'optimisation des mouvements d'eau et une décontamination chimique des circuits RCP et RRA.

Figure 1 : Position des postes de travail



* : RCP : Réacteur Circuit Primaire

Un des apports de ce type d'étude est de caractériser finement le contexte radiologique en restituant la contribution de chaque source au débit de dose généré à chaque poste de travail (cf. figure 2). Connaissant le temps passé sur ce poste et l'origine du débit de dose, la dose en provenance de la source peut aisément être évaluée. On peut ainsi facilement estimer l'impact, par exemple, de protections biologiques. EDF a élaboré une règle décisionnelle simple : la protection sera installée si le gain attendu dépasse d'au moins 20% le coût dosimétrique de son installation. Dans l'exemple retenu, on a envisagé deux épaisseurs pour la protection sur la tuyauterie primaire (RCP) : une épaisseur de 6mm de plomb (option1) et une autre de 12mm de plomb (option 2). Il est alors possible de fournir un tableau simple d'aide à la décision en fonction du débit de dose mesuré au contact de la tuyauterie et du scénario de maintenance (cf. tableau 1).

Tableau 1: Sélection de l'épaisseur de la protection biologique en fonction du débit au contact sur la tuyauterie primaire

	$0.2 \text{ mSv/h} \leq d < 1 \text{ mSv/h}$	$1 \text{ mSv/h} \leq d < 2 \text{ mSv/h}$	$2 \text{ mSv/h} \leq d$
Scénario 1	Option 1 (6 mm de plomb)		
Scénario 2	Option 1		Option 2
Scénario 3	Option 1	Option 2 (12 mm de plomb)	

Un autre type de résultat fourni est le calcul de l'influence de chaque radio-élément sur le débit de dose généré à chaque poste de travail (cf. figure 3). Cela est particulièrement intéressant pour estimer l'efficacité, dans le temps, d'une décontamination.

Figure 2: Contribution des différentes sources au débit de dose d'un poste de travail

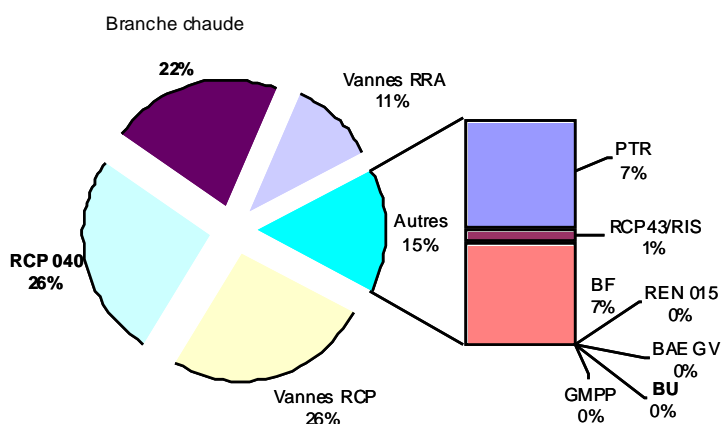
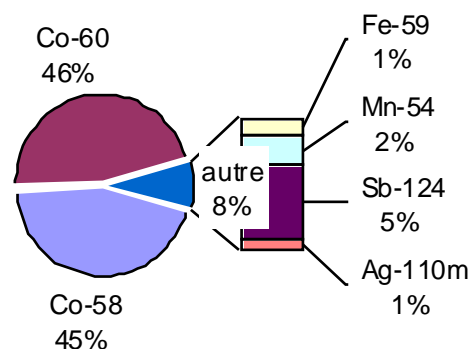


Figure 3: Contribution des différents radioéléments au même poste de travail



Dans l'exemple précédent le cobalt 58 et le cobalt 60 génèrent pratiquement la totalité (91%) du débit de dose au poste de travail. Il est important de connaître cette donnée compte tenu des facteurs de re-contamination très différents en fonction des radioéléments (en un cycle pour le cobalt 58 et en sept cycles pour le cobalt 60).

On a estimé, dans ce cas de figure, à 45% la réduction de la dose collective lors de l'arrêt où est effectuée la décontamination, alors qu'elle ne sera plus que de 22,5% l'année suivante et 20% après deux ans. La décision de mettre en œuvre ou non la décontamination dépend du résultat de l'analyse coût-bénéfice et donc du coût de la décontamination (100k€) et de la valeur monétaire accordée à un homme milli Sievert évité.

Le résultat obtenu est notamment fonction du ratio Cobalt 58 sur Cobalt 60 qui peut varier d'un site à l'autre. Il est donc nécessaire de connaître le spectre correspondant à une situation radiologique.

3/ Une efficacité immédiate

Depuis maintenant plus de deux ans que l'ingénierie nationale de radioprotection s'est mise au service des sites, la demande s'accroît au vu des résultats obtenus. Tout d'abord, la réduction effective des expositions suite aux actions de protection définies dans les analyses de poste a été en moyenne de 25%, ce qui « sans être révolutionnaire » n'en est pas moins tout à fait significatif (le tableau 2 illustre sur trois exemples l'apport de l'ingénierie vis à vis des analyses réalisées par les sites qui sont basées sur le bon sens et des calculs simples). Par ailleurs, la modélisation de ces situations complexes et l'utilisation de règles de prise de décision claires ont permis d'améliorer la transparence dans le choix des actions de protection vis à vis des opérateurs.

De plus, chaque étude réalisée sur un site est étendue par l'ingénierie nationale à l'ensemble du palier concerné favorisant ainsi le transfert de bonnes pratiques.

Enfin, l'ingénierie assure le service « après-vente » c'est-à-dire l'assistance des sites à la mise en œuvre des analyses de poste et à leur personnalisation si nécessaire.

Tableau 2: illustration des gains dosimétriques de la méthode

Chantier	Nb chantier réalisé	Gain unitaire (H.m Sv)	Plus-value démarche	Gain total (H.m Sv)
Remplacement de clapets RIS - Palier 900 MWe	3	5,05	28 %	15,15
Remplacement de clapets RCP - Palier 900 MWe	4	12,88	31 %	51,52
Remplacement de la Manchette RIS028 – 900 MWe	1	11,21	27 %	11,21

4/ Conclusion : la création d'un patrimoine radioprotection commun aux exploitants nucléaires

L'objectif d'EDF est de modéliser toutes les zones correspondant à des situations véritablement intéressantes, tant pour les réacteurs 900 MWe que pour les réacteurs 1300 ou 1450 MWe. Le coût total de cet investissement dépassera les 2M€. A ce jour, plus de la moitié des modélisations sont effectuées. Un tel investissement correspond à la création d'un « patrimoine en radioprotection » digne du 21^{ème} siècle, et qui restera disponible pendant toute la vie des installations d'EDF. Ce patrimoine inclut non seulement la base des données géométriques et radiologiques, facile d'utilisation, mais aussi le pôle de compétence que représente l'ingénierie nationale et son savoir-faire.

Cette évolution des techniques et ce retour d'expérience, ont conduit les exploitants nucléaires à envisager de mettre en commun leurs compétences et leurs outils (PANTHERE, MERCURE...) pour développer, d'ici à la fin de la décade, une nouvelle génération d'outils encore plus efficaces et conviviaux. L'objectif étant également de pérenniser et d'améliorer le patrimoine radioprotection en vue de réduire encore les expositions.