

DEPLUS FOR NUCLEAR, LA SIMULATION AU SERVICE DE LA RADIOPROTECTION

Vincent Testard, Luc Ardellier

OREKA SOLUTIONS
615 avenue de la roquette, 30200 Bagnols-sur-Cèze
Vincent.testard@orekasolutions.com, Luc.ardellier@orekasolutions.com

Introduction

La radioprotection est un élément omniprésent de la filière nucléaire. Que ce soit pour le suivi du personnel lors des interventions d'exploitation, de maintenance ou de démantèlement ; la préparation et la formation des opérateurs devant réaliser ces interventions ; ou encore des études en amont de ces interventions permettant d'identifier les stratégies les moins dosantes dans le respect de la démarche ALARA.

Afin d'être toujours plus performant dans ces domaines, un grand nombre d'outils et de méthodes ont été développés : mise en place d'une culture de la sûreté et de la radioprotection, suivis médicaux renforcés, moyens de mesure et de protections individuelles et collectives, outils informatiques dédiés, optimisation poussée des scénarios d'intervention, etc. Ces efforts, très nombreux, sont une nécessité afin de minimiser l'exposition des intervenants de la filière.

Comme chaque micro-sievert non-intégré est important, alors ces outils et moyens des radioprotectionnistes doivent constamment évoluer suivant les possibilités qu'offrent les nouvelles technologies. En ce sens les technologies 3D couplées aux outils de simulation ouvrent un champ des possibles très vaste qu'il convient d'exploiter au vue des bénéfices qu'il peut apporter :

- évaluation toujours plus fine des EDP (Évaluation Dosimétrique Prévisionnelle) grâce à une meilleure prise en compte des différents facteurs ;
- exploration d'un plus grand nombre de stratégies et de variantes pour les stratégies d'intervention ;
- formalisation et prise en compte du REX ;
- formation des personnels compétents en radioprotection ;
- formation des intervenants sur site ; que ce soit pour des interventions spécifiques ou pour sensibiliser à la culture de la radioprotection.

Complexité de l'évaluation des EDP

Définir un scénario d'intervention optimisé en suivant au plus près une démarche ALARA est extrêmement complexe de par le nombre de données d'entrée mises en jeu, leur interdépendance et leurs évolutions (environnement physique et radiologique initial, évolution de ce dernier lors des opérations qui dépend de moyens de protections ou des outils mis en œuvre, durées d'exposition ou du chantier dépendant des tenues portées plus ou moins contraignantes, processus de gestion des déchets mis en œuvre, ...).

Une démarche globale est ainsi nécessaire mais très difficilement réalisable en pratique avec des moyens classiques. Il en résulte qu'il n'est pas toujours évident d'évaluer les avantages de la mise place de certains moyens de protection radiologique en regard du temps et de l'exposition induits par cette mise en place et son retrait. Or il est primordial de pouvoir répondre à ces questions pour établir des scénarios optimisés et minimiser les risques.

Informations radiologiques

Dans un premier temps, ces données doivent donc être renseignées. Dans DEMplus, celles-ci sont entièrement portées par une maquette 3D intelligente (BIM 5D). En d'autres termes cette maquette n'est pas juste une représentation graphique d'un environnement, elle embarque les données radiologiques, physiques et cinématiques de cet environnement. Par exemple, suivant les informations disponibles, les caractéristiques radiologiques peuvent être renseignées sous la forme de bruits de fond, de termes sources caractérisés par leur spectre et leur activité, ou encore par la superposition de nuages de points issus de scans radiologiques. Un moteur de calcul de débit de dose intégré permet alors de déterminer, en tout point de l'environnement, les débits de dose respectifs et leur évolution au cours d'un scénario.

De manière comparable, les informations liées à la contamination permettent un calcul des nombres de RCA et de LPCA donnant des recommandations tant sur les conditions opératoires, que les types de ventilation à adopter et la classe de confinement correspondante.

En cumulant l'ensemble de ces informations radiologiques, un scénariste et un radioprotectionniste peuvent en toute connaissance de cause adopter non seulement des conditions opératoires ou des types de ventilation particulières, mais également mettre en place des stratégies de scénario ou de parades adaptées et voir en temps réel les effets de ces derniers sur l'environnement au cours du temps (débits de dose aux postes, lors des déplacements, cartographies de dose 3D, ...).

Calcul des EDP

Nous venons de voir que les simulations permettent un calcul dynamique des propriétés radiologiques d'un environnement au cours d'un scénario prévisionnel. Seules, ces indications ne permettent pas d'évaluer les EDP et donc de construire efficacement un scénario optimisé : la position des opérateurs, sur l'ensemble du processus, est tout aussi importante. En effet, selon le poste qu'occupe un opérateur (poste de travail, dans le sas, dans la cellule de conditionnement des déchets ou lors du transfert des déchets) ne sera pas soumise aux mêmes débits de dose, ni même à des durées d'exposition similaires.

En ce sens, DEMplus permet d'évaluer la dosimétrie sur le chantier ; en distinguant les différents postes de travail et les expositions associées. Il tient compte également des postes périphériques comme la maintenance des moyens robotisés et le traitement/conditionnement des déchets. Un bilan dosimétrique global peut ainsi être établi.

L'évaluation est faite de manière globale, opération par opération ; et chacune d'elle fait l'objet d'une décomposition poste par poste.

Etudes de sensibilité, études de risques et ré-évaluation des prévisionnels

Les EDP sont sujettes à des aléas étant donné qu'elles dépendent de données d'entrées ou d'hypothèses à fortes marges d'erreurs. Or ne pas maîtriser ces aléas peut avoir comme conséquence une interruption de chantier, ou pire, la mise en danger des opérateurs qui sont sur le terrain. Évaluer le risque lié à une variation de donnée d'entrée est alors capital.

Les simulations permettent de faire varier tout ou partie de données d'entrée et de recalculer en un clic l'ensemble des prévisionnels. Lors des phases d'étude, les risques peuvent ainsi être quantifiés et des parades étudiées de manière spécifique, quels que soient les jeux de données, et ce de manière très rapide et efficace.

Lors d'un suivi de chantier, les données d'entrée radiologiques peuvent être réactualisées à partir des mesures effectuées sur le terrain. L'ensemble des prévisionnels initiaux peuvent être réévalués. Ainsi les moyens de protection des opérateurs, voire une partie du scénario d'intervention, peuvent être adaptés si des écarts trop importants sont constatés.

Formation du personnel

La combinaison des capacités de calcul des EDP en fonction de postes très spécifiques et des technologies 3D ouvrent la voie à des outils de formation très ergonomiques. En effet, la visualisation 3D facilite la compréhension de l'environnement et des contraintes d'intervention. Il en résulte que la formation des opérateurs lors de la préparation des interventions est bien plus efficace à travers les environnements 3D qu'à travers des plans schématiques, des dessins techniques ou des tableurs. Par ailleurs, ces peuvent être directement ré-exploitées sous la forme d'exports vidéos (présentation de la séquence des opérations), ou sous la forme d'un environnement interactif (à l'intérieur duquel un opérateur va pouvoir se déplacer, voir en temps réel les débits de doses mis en jeu à tel ou tel endroit, comprendre quel chemin suivre, où se protéger efficacement, où placer son matériel, etc.). Cet environnement peut également être directement couplé à des technologies telles que des murs d'image ou des Oculus, décuplant ainsi l'effet immersif.

Comme n'importe quelle maquette 3D peut être intégrée, caractérisée et scénarisée, alors cet outil est également idéal en vue d'une formation sur des études de cas réelles ou fictives. Ainsi, à l'instar des simulateurs de vol dans l'aéronautique, cela permet d'apprendre et d'acquérir les bons réflexes à tenir en fonction de la situation, quel que soit le corps de métier.

Conclusion

Les outils de simulation basés sur des maquettes numériques permettent d'optimiser les approches ALARA, et par leur visualisation 3D ouvrent de nouvelles perspectives en engineering, en support pédagogique et en supervision projet.