

## CONCEPTION D'UN OUTIL DE SIMULATION NUMÉRIQUE PROJETALE

**Fabrice ENTINE<sup>1</sup>, Christelle HUET<sup>2</sup>, Matthieu DONDEY<sup>1</sup>, Xavier MICHEL<sup>1</sup>,  
Gérald GAGNA<sup>1</sup>, Isabelle CLAIRAND<sup>2</sup>, François QUEINNEC<sup>2</sup>,  
Jocelyne AIGUEPERSE<sup>2</sup>, Jean-Christophe AMABILE<sup>1</sup>**

- <sup>1</sup> SERVICE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE DES ARMÉES  
1 bis, rue du Lieutenant Raoul Batany 92140 CLAMART
- <sup>2</sup> INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE  
31, avenue de la Division Leclerc 92260 FONTENAY-AUX-ROSES

Lorsque survient un accident à caractère nucléaire ou radiologique mettant en jeu de fortes doses de rayonnements ionisants, la prise en charge médicale comporte deux cas de figures :

- Pour les patients radiocontaminés, la priorité doit aller au traitement, avant même une estimation qualitative et quantitative précise des radionucléides en cause. Afin de minimiser la dose engagée, cette thérapeutique peut en général être administrée à l'aveugle sur simple suspicion, d'autant qu'elle est le plus souvent dénuée d'effets secondaires.
- Pour les patients irradiés, la priorité doit aller au diagnostic, car il est primordial de connaître une estimation de dose « corps entier », ainsi que la distribution de la dose dans l'organisme.

Il existe actuellement peu de techniques de terrain capables de caractériser rapidement une exposition externe majeure, dans le cas d'un accident impliquant un grand nombre de victimes. Pourtant la probabilité d'occurrence est significative. En cause : les applications scientifiques, industrielles et militaires des rayonnements ionisants, mais aussi la menace terroriste actuelle.

Les outils biologiques dont nous disposons peuvent, par exemple, étudier la fréquence des chromosomes dicentriques (spécifiques des rayonnements ionisants) et des micronoyaux (moins spécifiques) dans les lymphocytes circulants, avec un délai avoisinant trois jours. Aussi, le dénombrement de protéines de réparation de l'ADN (par exemple les « gamma-H2AX ») donne de bons résultats en moins d'une journée si la technique est mise en œuvre dans les premières heures.

La dosimétrie physique, en cas d'exposition accidentelle, ne peut pas reposer sur l'analyse en urgence de dosimètres individuels car, dans l'immense majorité des cas, les victimes n'en sont pas pourvues. La RPE (résonance paramagnétique électronique) permet d'étudier les radicaux libres radio-induits dans certains matériaux biologiques ou artificiels, tandis que les méthodes basées sur la luminescence permettent d'estimer une dose en mesurant la lumière émise par les matériaux contenus dans les téléphones mobiles. Au prix d'un délai supérieur, la reconstitution dosimétrique peut donner des informations sur la distribution de dose, de façon expérimentale grâce à des fantômes anthropomorphes équipés de dosimètres, ou de façon numérique en utilisant des codes de calcul Monte Carlo.

Basé sur ce dernier principe, ce nouvel outil utilise le code « Geant4 ». Mis en œuvre par un binôme médecin / physicien, il n'a pas pour vocation initiale l'expertise précise d'une irradiation globale ou localisée, mais doit plutôt apporter rapidement des estimations de doses afin d'étayer les décisions de triage des équipes médicales spécialisées.

Conçu autour d'un puissant calculateur multicœurs intégré dans un module durci et militarisé, cet outil autonome devra pouvoir s'affranchir de toute connexion à un cluster de processeurs. L'interface utilisateur, simple et intuitive, permettra de modéliser aisément à la souris la scène de l'accident d'irradiation afin de débiter rapidement le calcul et ainsi obtenir une première estimation de dose.

Ce système de reconstitution dosimétrique par simulation, basé sur des technologies modernes, pourrait ainsi venir renforcer l'arsenal diagnostic actuel dans le cadre des victimes irradiées. En effet, alors que les premières 24 heures sont désormais considérées comme décisives pour l'initiation de certains traitements spécifiques, le triage dosimétrique s'impose dans le cas d'accidents à grande échelle.