

Les enjeux de radioprotection à ITER et la démarche ALARA mise en œuvre à la conception : Radioprotection des travailleurs

Yannick LE TONQUEZE et François JAVIER

ITER ORGANIZATION

Yannick.letonqueze@iter.org

L'objectif principal d'ITER est de produire 500 MW de puissance de fusion DT, ce qui se traduit par une production de $1,8 \times 10^{20}$ neutrons/s (neutrons de 14,1 MeV), pendant la durée des pulses plasma (des centaines de secondes), soit un flux neutronique de l'ordre de 10^9 à 10^5 n/cm²/s sur des équipements proches de l'enceinte à vide et nécessitant des interventions humaines lors des phases de maintenance hors pulses plasma. Par conséquent, cette production massive de neutrons entraîne des challenges d'intégration nucléaire qui doivent être relevés lors de la conception de l'installation. Ce défi sera primordial pour toute machine de fusion nucléaire devant être connectée au réseau électrique. Les questions relatives à l'intégration nucléaire qui seront abordées dans ce tutorial sont axées sur la radioprotection des travailleurs.

Dès le début du projet ITER, il a été établi que l'exposition radiologique professionnelle (ORE) constituerait un enjeu important. En effet, pendant les périodes d'arrêt, de maintenance et d'assemblage, les travailleurs devront intervenir à proximité des structures et des composants des systèmes, qui auront été fortement activés par le flux de neutrons provenant du plasma. C'est pourquoi le rapport préliminaire de sûreté d'ITER (2010) a souligné l'importance de prendre en compte les principes ALARA dès la conception et en se fixant un objectif de dose collective de 500 hommes.mSv/an en moyenne en exploitation.

En 2018, la première casemate (Port cell) proche de l'enceinte à vide a atteint le niveau de maturité de conception préliminaire, permettant une analyse détaillée et une estimation de l'ORE pour des scénarios de maintenance représentatifs dans cette zone pilote. Cela a mis en évidence la nécessité de poursuivre l'étude et l'optimisation de l'ORE, et d'appliquer une approche ALARA systématique dans toutes les activités de conception de ce type de projet. En outre, cela a mis en évidence l'importance d'une approche intégrée avec une entité jouant le rôle du futur exploitant nucléaire. Il est essentiel pour un projet tel qu'ITER, organisé par systèmes, avec des contributions en nature par les pays partenaires, d'avoir une vision globale et des approches transverses et cohérentes.

Il a donc été décidé de lancer une approche dite « Ingénierie nucléaire intégrée » (NIE) consistant en une étude transverse à l'échelle du projet avec le soutien de l'industrie, afin d'améliorer l'optimisation de l'intégration nucléaire dans la conception des zones proches du cœur de la machine et l'application des meilleures pratiques industrielles dans la gestion de la maintenance complexe dans un environnement nucléaire. Un élément central de la stratégie consistait à évaluer les scénarios de travail par le biais d'une approche holistique et multidisciplinaire, en tenant compte d'aspects tels que l'exposition aux radiations externes, les risques de contamination, l'influence des facteurs humains et organisationnels, la maintenabilité, les outils et équipements ainsi que les risques liés à la santé et à la sécurité au travail. Un certain nombre d'itérations ont été entreprises pour chaque scénario de maintenance étudié, afin d'optimiser progressivement la configuration de l'installation et les tâches à réaliser. Parmi les résultats de ce processus figurent une évaluation quantifiable de l'ORE basée sur un scénario de maintenance intégré, des recommandations en matière de



santé et de sécurité, de facteurs humains et organisationnels et des mesures de réduction des doses (DRM) qui ont directement conduit à des optimisations dans la conception des équipements de ces zones.

L'objet de ce tutorial est de présenter les enjeux de radioprotection spécifiques au projet de fusion nucléaire et d'illustrer la démarche ALARA intégrée et multidisciplinaire mise en œuvre au sein du projet ITER pour atteindre les objectifs ambitieux fixés.