

EPR : LES ENJEUX DE LA RADIOPROTECTION

D. Minière¹, Y.Benneteau², B. le Guen^{1,3}

- 1- EDF, DPN EM, 1, place Pleyel, 93282 Saint-Denis Cedex
- 2- EDF, DIN, CNEN/MT, 165-173, avenue Pierre Brossolette, 92542 MONTROUGE Cedex
- 3- EDF, DIN, CEIDRE, 2, rue Ampère, 93206 Saint-Denis, Cedex 1

1 INTRODUCTION

Le Projet EPR a pris en compte la radioprotection (RP), au même titre que la sûreté, dès la phase de conception.

Pour atteindre cet objectif, tous les différents aspects de la radioprotection ont été intégré, de la dosimétrie individuelle et collective, à la propreté radiologique pour toutes les phases du cycle de vie du réacteur (tranche en fonctionnement, tranche à l'arrêt, futures opérations de déconstruction).

L'EPR tient, pour cela, compte du retour d'expérience de l'ensemble des tranches nucléaires du parc en exploitation.

Ce document présente les atouts de l'EPR vis à vis de cette démarche et les orientations retenues pour la conception détaillée des installations.

2 LES PRINCIPAUX ENJEUX RADIOPROTECTION DE L'EPR

Les enjeux de la radioprotection pour ce nouveau réacteur est :

- D'apporter une démonstration de l'optimisation de la Radioprotection
- De se situer dans une démarche de progrès par rapport aux meilleures tranches du parc
 - Fixer des objectifs EPR prenant en compte les améliorations continues de la performance du parc
 - Objectif actuel à 0,35 H.Sv/an et par tranche en dose collective
 - Optimisation de la dose pour les travailleurs les plus exposés
- D'Intervenir dans une tranche en fonctionnement pour améliorer la disponibilité du parc tout en respectant les règles de radioprotection
- D'obtenir un niveau de propreté radiologique comparable aux meilleurs exploitants internationaux
 - Intégrer le zonage Propreté/Déchets dès la conception
 - Minimiser le volume de déchets radioactifs en orientant davantage de déchets en filière conventionnelle
 - Faciliter l'accès en Zone contrôlée en adaptant la tenue de protection aux conditions de contamination des locaux
 - Accès en tenue de travail dans les locaux propres
 - Mise en place de barrières de contamination entre locaux propres et locaux contaminés avec sur-habillage et contrôle radiologique
 - Faciliter les futures opérations de déconstruction

3 LA DEMARCHE D'OPTIMISATION DE L'EPR

Au-delà d'un objectif de dose ambitieux, la démarche d'optimisation de l'EPR doit bénéficier en priorité aux populations les plus exposées (exemple : calorifugeurs, soudeurs...).

La méthode d'optimisation utilisée répond aux principes ALARA et s'appuie sur l'analyse des données de Radioprotection disponibles et le retour d'expérience (valeurs et bonnes pratiques) du parc en exploitation (français et allemand en fonction des activités).

- Sélectionner les activités à enjeu RP qu'il est prioritaire d'optimiser :
 - Le calorifuge

- L'Ouverture/Fermeture de cuve
- Le contrôles des Générateurs de Vapeur Primaires
- La logistique
- La robinetterie primaire (RCV, RCP et RRA)
- L'évacuation Combustible
- Le conditionnement des déchets

Cette méthode permet :

- aux différents acteurs de l'exploitation et de la conception de travailler ensemble (partage des statistiques dosimétriques et analyse du retour d'expérience),
- aux métiers de conception à prendre en compte la composante radioprotection dans leurs études, comme ils le font avec la composante sûreté.

La méthode utilisée a également conduit aux choix d'intervenir tranche en fonctionnement afin de réaliser des arrêts de tranche plus courts, tout en respectant les règles de sécurité, de radioprotection.

3.1 PRINCIPALES EVOLUTIONS PAR RAPPORT AU PALIER N4

Pour améliorer la dosimétrie, il faut agir sur les deux paramètres de calcul de la dose : le débit de dose et le volume de travail exposé

Pour l'EPR, les principales évolutions de conception dans le domaine de la RP par rapport au dernier palier existant, le palier N4 sont :

- pour l'optimisation des débits de dose :
 - La réduction significative de l'utilisation des stellites (terme source en Co60 amélioré),
 - L'optimisation de la chimie primaire (optimisation de l'épuration et la purification grand débit)
 - La prise en compte des points chauds à la conception (suppression des raccordements sur tuyauterie par soudure "emmanché soudé" sur tous les circuits véhiculant du fluide radioactif, manchette thermique inversée du pressuriseur pour ne pas collecter les particules radioactives qui se déposent en fond de pressuriseur,...),
 - L'optimisation de l'installation (séparation des matériels selon leur niveau d'activité, la mise en place d'un plancher béton séparant l'aspersion dosante des vannes de décharge moins dosantes au niveau du dôme du pressuriseur,...)
 - Un Génie Civil adapté aux interventions tranche en marche (aspects exposition interne et irradiation),
- Concernant l'optimisation du volume de travail exposé :
 - **Des choix de matériels permettant de diminuer le temps exposé** (géométrie des boîtes à eau des Générateurs de Vapeur (GV) optimisée et augmentation du diamètre des trous d'homme, **liaison boulonnée au lieu de soudée** sur les cannes chauffantes et les mécanismes de commande des grappes, **robinets à maintenance modulaire** permettant un changement standard du cartouche et une réparation en atelier plutôt qu'in situ,...),
 - Le principe d'exclusion de rupture qui permet de diminuer le nombre de dispositifs anti-débattements à contrôler
 - Amélioration des conditions d'intervention (meilleur éclairage, calorifuge à montage et démontage rapide, moyens de manutention adaptés, ...)

3.2 ACCES BR TRANCHE EN FONCTIONNEMENT

L'accessibilité du réacteur pendant le fonctionnement est un facteur important pour la disponibilité de la tranche. Il est envisagé sur l'EPR d'intervenir tranche en fonctionnement 7 jours avant l'arrêt et 3 jours après, pour anticiper certaines interventions (pont polaire, machine de chargement-déchargement) et préparer la logistique des interventions à venir.

Pendant le fonctionnement de la tranche, le terme source est différent de celui rencontré tranche à l'arrêt ; il est composé de flux de rayonnements (Neutrons et Produit d'activation (γ haute énergie)) et de produits de fission (Iode, Césium).

L'ensemble des dispositions de conception facilitent donc l'accessibilité BR tranche en fonctionnement en limitant au plus bas les fuites de rayonnement dans le bâtiment réacteur à partir du cœur. Pour des raisons de ventilation, des ouvertures sont nécessaires tant pour le fonctionnement normal que pour les éventuelles situations accidentelles et nécessitent la mise en place de dispositifs et de protections spécifiques contre l'irradiation.

Les études de Radioprotection EPR relatives à l'accessibilité tranche en fonctionnement sont donc réalisées en étroite collaboration avec les personnes en charge de la ventilation et de l'installation.

3.2.1 CAS DE L'EXPOSITION INTERNE : CHOIX DU CONCEPT DEUX ZONES

Pendant le fonctionnement de la tranche, des particules radioactives sont mises en suspension dans l'enceinte du BR. La quantité des particules mises en suspension est proportionnelle au taux de fuite non collecté.

Les études de radioprotection sur ce thème ont été réalisées conformément au référentiel Radioprotection EDF avec :

- Des hypothèses dimensionnantes,
- Des études paramétriques avec variation du taux de fuite,

Elles ont conduit à créer deux zones dans le Bâtiment Réacteur (BR) de l'EPR:

- une zone inaccessible chargée de collecter les fuites du circuit primaire,
- une zone accessible tranche en fonctionnement, séparée de la zone accessible par des moyens de ventilation et installation adaptés.

3.2.2 CAS DE L'IRRADIATION : MISE EN PLACE DE PROTECTIONS NEUTRONIQUES

Pendant le fonctionnement de la tranche, des flux de rayonnements (Neutrons et γ de haute énergie) sont émis par la cuve, et une partie des flux remonte par les casemates pompe et GV. Sans disposition complémentaire (cas des tranches existantes du parc français), les débits de doses au niveau du plancher de service et de l'espace annulaire sont trop élevés pour permettre des interventions tranche en fonctionnement

Les études de radioprotection sur ce thème ont conduit :

- à la mise en place d'un plancher béton (1,20 m) au niveau du plancher de service, situé au-dessus du couvercle de cuve,
- à la mise en place de protections neutroniques à la sortie des tuyauteries primaires,
- au renforcement des casemates GV et pompes.

L'ensemble de ces dispositions doivent conduire à ce que la zone accessible soit classée zone verte (débit de dose inférieur à 25 μ Sv/h et débit de dose neutrons inférieur à 2,5 μ Sv/h).

4 LA DEMARCHE PROPRETE DE L'EPR

Le zonage "Propreté / Déchets" des tranches en exploitation. Ce zonage est lié :

- Pour le zonage "Déchets" à une obligation réglementaire demandée par l'arrêté du 31/12/99 modifié par l'arrêté du 31/01/06 fixant la réglementation technique destinée à

prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploitation des installations nucléaires de base dit RTGE

- Pour le zonage "Propreté" à une volonté de l'Entreprise de reconquête de la propreté radiologique.

L'arrêté RTGE introduit par son titre V, les notions de :

- "**Zones à déchets conventionnels**" à l'intérieur desquelles les déchets produits ne peuvent pas être contaminés, activés ou susceptibles de l'être;
- "**Zones à déchets nucléaires**" à l'intérieur desquelles les déchets produits sont susceptibles d'être contaminés ou activés.

La conquête de la propreté traduit la nécessité de confiner la contamination au plus près de la source sur les tranches en exploitation.

L'EPR de Flamanville (FA3) sera soumis à ces obligations dès l'arrivée du combustible.

Les objectifs poursuivis au travers de ce zonage sont essentiellement de :

- Permettre à l'exploitant de produire des déchets conventionnels issus de zone contrôlée pour diminuer la quantité de déchets nucléaires produits,
- Permettre lors du démantèlement de diminuer les volumes de déchets nucléaires,

4.1 ZONAGE PROPLETE/DECHETS

4.1.1 CLASSIFICATION DES LOCAUX

Le zonage repose sur un principe de classification des locaux et des zones d'une INB de la façon suivante :

- **K** signifie que dans ce local (cette zone), les déchets produits pourront être orientés vers une filière à déchets non nucléaires. Le **local doit être exempt de contamination non fixée** et répond à l'exigence d'une contamination fixée/non fixée < 0,4 Bq/cm², l'alimentation est en air propre, et **les déchets stockés ou traversant ce local sont propres ou correctement emballés**. En outre, un local K est nécessairement un **local sans flux neutronique**.
- **NP** impose un même niveau de propreté radiologique que K, mais interdit toutefois la production de déchets pouvant être orientés en filière conventionnelle.
- **N1** signifie que l'on ne peut apporter la démonstration d'absence de contamination dans le local.
- **N2** s'applique aux locaux pour lesquels il n'est pas possible de mettre en place un programme de surveillance et de nettoyage de la contamination. Dans la pratique, **N2 à la conception s'applique aux locaux classés Zone Rouge ou Zone Orange et aux puisards contaminés et aux piscines**.

4.1.2 INTERFACES ENTRE LOCAUX

Un objectif fort du zonage propreté/déchets, particulièrement sur une installation neuve, est de limiter les transferts de contamination. Les transitions sont donc un point très important qui mérite une attention particulière.

Les locaux K et NP doivent avoir le même niveau de propreté. Il est toutefois exigé qu'ils soient séparés par une limite physique (mur, cloison, porte). Les transferts d'air possibles entre ces locaux devront être dans le sens K vers NP.

Les locaux K et N1 (ou N2) ont des niveaux de contamination différents. Ils doivent également être séparés par une limite physique (mur, cloison, porte). Le passage de personnel d'un local K (ou NP) vers un local N1 (ou N2), ainsi que le passage inverse se font au travers d'un dispositif appelé "barrière de contamination". Les transferts d'air possibles entre ces locaux devront toujours être dans le sens K (ou NP) vers N1 (ou N2)

Les locaux N1 et N2 ne seront pas très nombreux dans les bâtiments auxiliaires. Le BR sera intégralement classé N1/N2 en arrêt de tranche, alors que l'espace annulaire et le plancher de service du BR pourraient être classés NP en fonctionnement. Il n'y aurait pas à installer de barrière de contamination puisque les zones N1/N2 du BR resteraient inaccessibles réacteur en fonctionnement.

L'emplacement des barrières de contamination sera défini en dehors des zones de circulation dès la conception.

Les barrières de contamination des sas du Bâtiment Réacteur seront dimensionnées pour le flux du personnel en arrêt de tranche.

4.2 L'ENTREE EN BLEU SUR EPR

L'objectif affiché aujourd'hui sur l'EPR de FA3 est d'entrer en bleu de travail en zone contrôlée. Sans entrer dans les détails de cet objectif et du projet EVEREST en cours à la DPN et déjà effectif sur la centrale de Golfech, il convient de préciser quelques points utiles à la compréhension globale, car l'entrée en bleu et le zonage Propreté/Déchets sont fortement liés. L'objectif poursuivi par cette démarche d'entrée en bleu est double :

- Faciliter l'accès en zone et limiter les pertes de temps aux vestiaires de zone contrôlée
- Adapter sa tenue aux conditions de contamination des locaux

4.2.1 DU BLEU

Initialement connue sous le nom "d'entrée en tenue de ville", "l'entrée en bleu" est apparue par le fait qu'il est plus raisonnable d'imposer une tenue de travail pour accéder dans une installation industrielle. Les visiteurs peuvent entrer en tenue de ville avec une blouse, des chaussures de sécurité et un casque, tandis que les personnels entrent en "bleu de travail".

L'entrée en zone contrôlée n'impose donc plus le passage par un vestiaire pour revêtir une tenue blanche, mais se fait directement, en respectant juste l'obligation de prise d'un dosimètre et son initialisation, tandis que la sortie se fait en passant uniquement au portique C2, le portique C1 de tri du linge devenant inutile.

On peut se rendre "en bleu" dans toutes les parties de l'installation classées "propres" au sens du zonage propreté : Locaux NP et K.

4.2.2 MAIS AUSSI DU BLANC

Pour les accès aux locaux classés N1 et N2, il convient d'adapter sa tenue aux risques de contamination. Plusieurs types d'adaptations possibles sont actuellement envisagés, dépendant de l'activité à réaliser et de la contamination du local considéré :

- Protection légère composée d'une blouse à enfiler sur le bleu, de gants et de sur-chaussures ou sur-bottes et charlotte sur le casque,
- Protection complète composée d'une combinaison à enfiler sur le bleu (comparable à celles utilisées actuellement sur le parc, bien que plus fines pour des raisons de confort), complétée de sur-bottes ou sur-chaussures, gants, charlotte sur le casque.

La surtenue (blouse ou combinaison) sera abandonnée en revenant en zone "propre". Elle pourra éventuellement être réutilisée.

5 CONCLUSION

Enjeu stratégique de l'Entreprise EDF, la radioprotection sort peu à peu du cercle restreint des experts et devient un domaine transverse où le travail en équipe pluridisciplinaire prime dès la phase de conception. Cela permet justement aux experts de se concentrer sur les études sensibles, tout en confortant leur rôle d'appui aux concepteurs qui seront à même de gérer la composante radioprotection comme ils le font avec la sûreté.

L'estimation des gains en RP reste un travail de longue haleine à la conception, mais EDF est certain dans cette démarche d'apporter des gains dosimétriques importants pour l'exploitation future de la tranche EPR.

Grâce au zonage propreté/déchets réalisé dès la conception, la configuration des locaux est plus propice à l'entrée en bleu et au maintien de la propreté radiologique optimale.