

CHAPITRE 20

MISE A L'ARRÊT ET DEMANTELEMENT

20.0 PRINCIPES GÉNÉRAUX – RÉGLEMENTATION

20.1. MISE EN OEUVRE POUR LA TRANCHE EPR

LISTE DES REFERENCES

SOMMAIRE

.20	MISE A L'ARRÊT ET DEMANTELEMENT	3
0.	PRINCIPES GÉNÉRAUX – RÉGLEMENTATION	3
0.1.	DÉMARCHE RÉGLEMENTAIRE	3
0.2.	PHASES DU DÉMANTÈLEMENT	3
0.3.	RÉDUCTION DES RISQUES	4
0.3.1.	RISQUES SÛRETÉ	4
0.3.2.	RISQUES RADIOPROTECTION	4
0.3.3.	RISQUES ENVIRONNEMENTAUX	5
0.4.	PRINCIPES DE CONCEPTION	5
0.4.1.	RÉDUCTION DE LA DOSE	5
0.4.2.	RÉDUCTION DES DÉCHETS	6
0.4.3.	RÈGLES DE CONCEPTION	6
1.	MISE EN ŒUVRE POUR LA TRANCHE EPR	7
1.1.	CHOIX DES MATÉRIAUX	7
1.1.1.	RÉDUCTION DE L'ACTIVATION	7
1.1.2.	RÉSISTANCE DES GAINES COMBUSTIBLES	7
1.1.3.	MATÉRIAUX DANGEREUX	7
1.1.4.	MATÉRIAUX NON INERTES	7
1.1.5.	MATÉRIAUX RECYCLABLES	8
1.2.	DISPOSITIONS CONCERNANT LA CONCEPTION	8
1.2.1.	DISPOSITIONS FACILITANT LES TRAVAUX DE DÉMANTÈLEMENT	8
1.2.2.	DISPOSITIONS FACILITANT L'ÉVACUATION DES ÉQUIPEMENTS ET STRUCTURES	9
1.2.3.	DISPOSITIONS FACILITANT L'ACCÈS DU PERSONNEL EN PHASE DE DÉMANTÈLEMENT	9
1.2.4.	ÉCRANS NEUTRONIQUES DÉMONTABLES	9
1.2.5.	DISPOSITIONS CONCERNANT LA CONSTRUCTION	10
1.3.	DISPOSITIONS CONCERNANT LES ÉQUIPEMENTS ET STRUCTURES	10
1.3.1.	DISPOSITIONS LIMITANT LA CONTAMINATION DES CIRCUITS	10

1.3.2. DISPOSITIONS LIMITANT LA DISSÉMINATION DE LA CONTAMINATION	10
1.3.3. DISPOSITIONS FACILITANT LA DÉCONTAMINATION DES LOCAUX ET ÉQUIPEMENTS	11
1.3.4. DISPOSITIONS FACILITANT LA MISE HORS TENSION ÉLECTRIQUE DES BÂTIMENTS	11
1.3.5. DISPOSITIONS ÉVITANT LA POLLUTION CHIMIQUE	11
1.4. DOCUMENTATION	11
1.5. CONCLUSION	12
LISTE DES REFERENCES.	13

.20 MISE A L'ARRÊT ET DEMANTELEMENT

0. PRINCIPES GÉNÉRAUX – RÉGLEMENTATION

0.1. DÉMARCHE RÉGLEMENTAIRE

Conformément aux articles L. 593-25 et suivants du code de l'environnement, l'Exploitant de FLA3 devra déclarer à l'ASN et au ministre chargé de la sûreté nucléaire, au moins deux ans avant, sauf préavis plus court dûment justifié, son intention d'arrêter définitivement le fonctionnement de son installation. Sa déclaration indiquera la date à laquelle cet arrêt doit intervenir et précisera, en les justifiant, les opérations que l'Exploitant de FLA3 envisage de mener, dans l'attente de l'engagement du démantèlement, pour réduire les risques et inconvénients pour les intérêts protégés.

La déclaration est portée à la connaissance de la CLI et mise à la disposition du public par l'Exploitant de FLA3 par voie électronique.

Au plus tard deux ans après la déclaration, l'Exploitant de FLA3 adressera au ministre chargé de la sûreté nucléaire un dossier précisant et justifiant les opérations de démantèlement et celles relatives à la surveillance et à l'entretien ultérieurs du site qu'il prévoit.

Le démantèlement est prescrit par décret du ministre chargé de la sûreté nucléaire, après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire et enquête publique réalisées selon les mêmes modalités que la demande d'autorisation de création.

Le décret fixe les caractéristiques du démantèlement, son délai de réalisation et, le cas échéant, les opérations à la charge de l'Exploitant après le démantèlement.

A l'issue du démantèlement, l'exploitant adresse à l'ASN une demande de déclassement de l'installation dont la finalité est de faire sortir celle-ci du régime administratif des INB.

0.2. PHASES DU DÉMANTÈLEMENT

Outre les phases administratives évoquées au paragraphe précédent, le démantèlement d'une installation nucléaire comprend de multiples opérations techniques, dont le résultat final est le déclassement réglementaire du site.

Dans la plupart des cas, il se déroule selon la séquence suivante :

- Déclaration de mise à l'arrêt définitif de l'installation par l'Exploitant ;
- Mise à l'arrêt définitif ;
- Phase de préparation des opérations de démantèlement de l'installation, en particulier : retrait des matières fissiles et des liquides radioactifs, les installations nucléaires étant maintenues en exploitation, éventuellement simplifiée ;
- Après obtention du décret de démantèlement (voir paragraphe [§ 0.1.](#) ci-dessus), démantèlement par phases du matériel activé et contaminé ;
- Assainissement des structures ;
- Après contrôles post-assainissement, déclassement partiel ou total de l'installation par décision de l'ASN homologuée par le ministre chargé de la sûreté nucléaire ;
- Démolition.

Les déchets produits par ces opérations sont évacués du site, éventuellement après une période d'entreposage sur site.

Enfin, les structures restantes et le site lui-même sont réaménagés selon les choix de l'Exploitant et les obligations qu'il encourt aux termes des conditions de déclassement.

0.3. RÉDUCTION DES RISQUES

En phase de démantèlement, l'Exploitant s'attachera à réduire les risques au regard des intérêts protégés mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'Environnement. Cela se traduit par des objectifs à atteindre vis-à-vis de ces intérêts protégés.

L'approche Facteur Humain (transverse à tous ces domaines) sera prise en compte dès la phase des études d'avant projet jusqu'à la réalisation des travaux et l'exploitation des installations en démantèlement ; ceci, afin d'optimiser l'organisation des travaux de démantèlement et limiter les risques identifiés ci-dessous.

0.3.1. Risques sûreté

En phase de démantèlement, une fois le combustible évacué, en l'absence de matière fissile et de production d'énergie, les fonctions de sûreté à assurer, au sens de l'arrêté INB du 7 février 2012, sont le confinement des substances dangereuses (radioactives ou non) et la limitation de l'exposition externe directe des personnes du public.

En conséquence, il est retenu l'interposition d'un seul système de confinement entre les substances dangereuses (radioactives ou non) et le public et l'environnement pendant les phases de démantèlement.

Au début du démantèlement, on utilise les systèmes de confinement hérités de la période d'exploitation, à l'exception éventuelle d'une partie des systèmes de ventilation. Toutefois, le démantèlement de l'installation implique l'affaiblissement et, à terme, la suppression de certaines barrières de protection. Cela est admissible dans la mesure où le risque subsistant est alors résiduel (l'essentiel de l'inventaire des matières radiologiques et chimiques ayant été retiré). L'objectif ultime des travaux est l'élimination totale du risque.

Vis-à-vis des conséquences des événements externes (séismes, foudre, chutes d'avions, conditions climatiques extrêmes,...), le niveau de risque (inventaire radioactif total, énergie thermique et mécanique) est très inférieur à ce qu'il était pendant l'exploitation de l'installation et chaque opération aboutit à réduire encore le risque subsistant. Les protections contre les inondations, mises en place pendant l'exploitation, restent effectives pendant la majeure partie du démantèlement. L'élimination des protections contre les risques industriels et liés aux voies de communication doivent aller de pair avec la réduction de l'inventaire radioactif.

Les risques liés au démantèlement et concernant le système de confinement de l'installation doivent être identifiés, faire l'objet de dispositions de prévention appropriées, et leurs conséquences doivent être limitées. Ceci s'applique notamment :

- A la rupture de conduites d'eau ou d'air ;
- Aux incendies, explosions, dispersion des matières ;
- A la chute de conteneurs de déchets ;
- Aux pannes d'équipement ou aux erreurs humaines.

Les bâtiments auxiliaires construits spécialement pour les travaux de démantèlement doivent être conformes à toutes les spécifications de sécurité en vigueur au début des travaux.

0.3.2. Risques radioprotection

L'objectif principal de radioprotection des travailleurs est de réduire l'exposition globale du personnel intervenant tout au long du démantèlement. Cet objectif se décline selon les deux axes suivants :

- Limiter l'exposition externe à un niveau aussi faible que raisonnablement possible et, en tout état de cause à des valeurs inférieures aux limites fixées par la réglementation qui ne sauraient constituer un objectif en soi ;
- Eviter toute contamination interne des travailleurs.

Cet objectif est mis en œuvre selon la démarche ALARA, dès la phase avant projet de démantèlement et à la conception des opérations en définissant l'organisation du travail et les moyens adaptés pour limiter la dose pouvant être reçue par les intervenants et en phase de réalisation pour réduire encore, autant que possible, la dose reçue par les intervenants et bien entendu éviter toute contamination interne des travailleurs.

Les choix techniques seront déclinés dans l'étude de maîtrise des risques du dossier de demande de décret de démantèlement lors de sa dépose.

0.3.3. Risques environnementaux

Une des caractéristiques du démantèlement d'installations nucléaires de base est la production de déchets issus des équipements et matériaux lors des travaux de démantèlement et d'assainissement.

Un des enjeux majeurs du démantèlement est la maîtrise des quantités et de la gestion de ces déchets, depuis leur production primaire jusqu'aux filières d'élimination.

L'objectif principal est donc de réduire les volumes et la dangerosité des déchets et des effluents générés au cours du démantèlement.

Les effluents radioactifs qui seraient générés lors du démantèlement sont minimisés et comptabilisés. Ils sont limités de façon stricte par conception des opérations.

Les limites des rejets, liquides ou gazeux, radioactifs ou non, sont évaluées en fonction des opérations de démantèlement. Elles peuvent varier au cours des différentes étapes du démantèlement.

Les rejets seront présentés, et leurs incidences évaluées, dans l'étude d'impact du dossier de demande de décret de démantèlement.

En terme de gestion des sols, l'objectif est d'éliminer toute source de substance dangereuse compte tenu des techniques disponibles à un coût économiquement acceptable et prenant en compte le bilan environnemental global.

Lorsque ceci ne s'avèrera pas possible, l'Exploitant définira des objectifs spécifiques de réhabilitation des sols pour lesquels l'acceptabilité de l'impact environnemental et sanitaire, qui tient compte de l'utilisation future du site, sera démontrée.

0.4. PRINCIPES DE CONCEPTION

En cohérence avec les objectifs définis ci-dessus, des dispositions ont été intégrées à la conception de l'EPR pour faciliter sa déconstruction. Elles permettent d'atteindre les deux objectifs principaux suivants à un coût acceptable :

- Réduction de la dose radioactive reçue par les intervenants ;
- Réduction des déchets radioactifs et dangereux produits.

Les recommandations de l'Autorité de sûreté nucléaire sont exprimées dans les Directives Techniques §C4.1 et §C4.2.1.

0.4.1. Réduction de la dose

Les doses collective et individuelle doivent être maintenues au minimum raisonnablement réalisable. On tiendra compte pour cela de tous les facteurs contribuant à la dose, notamment :

- Intensité des sources auxquelles les intervenants sont exposés ;
- Temps passé à proximité de ces sources ;
- Entretien de l'équipement contaminé.

Toute contamination interne doit être évitée, sans pour autant que les moyens mis en œuvre n'entraînent une augmentation excessive du temps passé en ambiance nucléaire.

0.4.2. Réduction des déchets

Tous les modes de réduction de volume et de catégorisation des déchets doivent être examinés, notamment :

- Recyclage maximal des matériaux, soit sans conditions soit sous condition de prouver leur innocuité dans leur nouvel usage ;
- Production minimale de déchets difficiles à éliminer, en particulier de déchets à vie longue, à forte activité, fibreux ou chimiquement réactifs ;
- Production minimale de déchets « secondaires » (matériel et structures mis en œuvre pour le démantèlement et contaminés pendant les opérations).

Les incertitudes sur la caractérisation des déchets doivent être réduites au minimum car elles entraînent une catégorisation inutilement élevée des déchets, et en particulier le classement non justifié en déchets radioactifs de déchets conventionnels.

0.4.3. Règles de conception

La conception des dispositions facilitant la déconstruction ne doit pas interférer avec la bonne exploitation de l'installation nucléaire.

Les moyens utilisés pour atteindre cet objectif peuvent être énumérés comme suit :

- Choix de matériaux ayant une propension minimale à devenir radioactifs par activation, notamment en évitant l'emploi de matériaux contenant de fortes concentrations d'additifs ou d'impuretés susceptible de générer des émetteurs gamma et des radionucléides à vie longue sous l'effet du flux neutronique ;
- Interposition de boucliers et de barrières minimisant l'activation et la contamination des équipements dans les conditions de travail normales et accidentelles ;
- Choix de matériaux et conception des circuits et des locaux visant à minimiser la création, le transport et le dépôt de la contamination ;
- Conception des accès en zones nucléaires, des équipements de manutention et des cheminements, et utilisation d'équipements faciles à démonter et de protections faciles à nettoyer, le tout en vue de réduire le temps prévisionnel d'exposition des intervenants à des matériaux radioactifs et contaminants ;
- Documentation de conception et de construction complète, permettant, avec les documents d'exploitation, un bilan et une cartographie précise des matières radioactives et autres matériaux dangereux à la fin de l'exploitation, et la planification de la déconstruction.

Les concepteurs s'appuient sur l'expérience internationale et les réflexions menées sur les activités de démantèlement antérieures, ainsi que sur les études en cours et les premiers retours d'opérations de déconstruction importantes en France.

Le remplacement de gros composants dans les centrales nucléaires en exploitation et les arrêts pour révision en fin de cycle et décennale de ces installations ont mis en évidence des causes de dosimétrie élevée. À l'exception des causes associées à la présence d'un flux neutronique ou de radionucléides à vie très courte, la plupart d'entre elles, et notamment celles qui allongent le temps passé par les intervenants à proximité d'éléments d'équipement irradiés, sont présentes lors du démantèlement final. Les règles de conception adoptées en vue de faciliter la maintenance ont donc un effet positif sur les opérations de déconstruction.

1. MISE EN ŒUVRE POUR LA TRANCHE EPR

1.1. CHOIX DES MATÉRIAUX

1.1.1. Réduction de l'activation

Cet objectif concerne l'ensemble des matériaux exposés à un flux neutronique, directement ou sous la forme de leurs produits de corrosion.

Concernant l'objectif de réduction des débits de dose, les dispositions adoptées à la conception incluent notamment :

- L'élimination, dans la mesure du possible, des matériaux à forte teneur en cobalt (stellites), qui peuvent être remplacés par d'autres alliages sans cobalt ; le cobalt activé constitue en effet la principale source de dosimétrie pendant la déconstruction ;
- L'emploi de l'alliage Zr (teneur visée en cobalt inférieure à $0,050\%$) à la place de l'alliage Inconel (teneur visée en cobalt inférieure $0,050\%$) pour les tubes des générateurs de vapeur minimise la proportion de cobalt parmi les produits de corrosion qui circulent dans le circuit primaire ;
- La limitation de la teneur en cobalt des aciers : 100 ppm pour les composants du circuit primaire soumis à l'irradiation ;
- La limitation de la teneur en argent des aciers et alliages et de l'emploi de joints revêtus d'argent, remplaçables par des joints graphite (l'un des isotopes de l'argent représente en effet une source de dosimétrie non négligeable dans les premières années après l'arrêt de l'installation) ;
- La limitation des joints à base d'antimoine.

1.1.2. Résistance des gaines combustibles

L'amélioration continue de la recherche appliquée dans le domaine des matériaux des gaines combustibles ainsi que de la conception de plus en plus performante des assemblages est de nature à diminuer le risque de rupture de gaines, limitant ainsi le risque de dissémination des émetteurs alpha et bêta dans les circuits.

Les spécifications radiochimiques du primaire (suivi de la somme des gaz rares, de l' ^{131}I , de l' ^{134}I , ...) permettent de surveiller l'état du gainage et donc de limiter les transferts possibles de produits de fission et de combustible vers le fluide et le circuit primaire.

1.1.3. Matériaux dangereux

L'emploi de matériaux constituant des déchets industriels dangereux est minimisé dans la mesure du possible, spécialement dans les emplois où ils peuvent être activés ou contaminés, car l'élimination des déchets mixtes est particulièrement difficile.

Ceci s'applique notamment :

- Aux substances corrosives et toxiques ;
- Aux liquides inflammables (huiles) ;
- Aux métaux inflammables ou nécessitant des mesures préventives très importantes lors des opérations de découpe et conditionnement (zircalloy).

A noter qu'il n'y a pas de béton lourd et d'amiante dans la conception de l'EPR.

1.1.4. Matériaux non inertes

L'emploi des matériaux poreux est évité dans les zones contaminables car ils sont mal acceptés dans les stockages de déchets radioactifs.

L'emploi de matériaux non inertes, de type brique et plâtre, dont la présence en quantité significative interdit l'usage des déchets comme remblais, est évité.

1.1.5. Matériaux recyclables

Dans la mesure du possible, la sélection des matériaux tient compte de leur capacité à être recyclés en vue d'une utilisation libre ou restreinte. Le recyclage ne concerne pas seulement les matériaux utilisés à l'extérieur des zones contaminées ou activées, mais aussi ceux de ces zones, sous certaines conditions.

1.2. DISPOSITIONS CONCERNANT LA CONCEPTION

A défaut d'usage dans le cadre de la maintenance en exploitation, le matériel mis en place spécifiquement pour la déconstruction risquerait de subir obsolescence, contamination et dégradation pendant la durée de vie de l'installation. La conception doit donc se concentrer sur les dispositions facilitant aussi bien les travaux de démantèlement que la maintenance.

1.2.1. Dispositions facilitant les travaux de démantèlement

L'objectif poursuivi dans cette section est de réduire la dosimétrie des intervenants par la réduction du temps passé au voisinage des éléments irradiants et d'accroître la rapidité d'évacuation de ces derniers. Parmi les principales dispositions adoptées on citera les suivantes :

- La conception de nombreux équipements (instrumentation du cœur, générateurs de vapeur, pompes primaires, pressuriseur, échangeurs de chaleur, évapo-dégazeur, notamment) facilite leur démontage ;
- Pour la majorité des équipements ci-dessus situés dans des zones non accessibles en raison du niveau de radiation, l'évacuation en une pièce a été étudiée, ce qui se traduit par la mise en place de moyens de manutention, de trémies dimensionnées en conséquence et de circulations permettant l'évacuation en un seul morceau de ces équipements et leur traitement dans un environnement plus favorable ;
- La disposition du réservoir de stockage de l'eau servant au rechargement de combustible dans la zone de confinement, sous la cuve du réacteur, qui lui permet de recueillir les éventuelles fuites d'eau pendant le démantèlement des internes du réacteur ;
- L'isolation thermique du circuit primaire (sur le circuit primaire principal), grâce à l'usage d'éléments modulaires, est facilement démontable autour des soudures ;
- Plusieurs fonctions ont été identifiées comme auxiliaires importants pour le démantèlement :
 - vidange, remplissage et filtration de la piscine d'entreposage du combustible irradié (piscine de désactivation),
 - vidange et remplissage des générateurs de vapeur,
 - transferts entre BR et BK,
 - traitement des déchets solides, liquides et gazeux,
 - ventilation,
 - surveillance et protection incendie,
 - contrôles de radioactivité et d'anoxie, surveillance de l'environnement,
 - alimentation électrique, air comprimé et eau brute,

et les dispositions adoptées pour les circuits et systèmes correspondants permettent leur conservation et leur entretien après l'arrêt d'exploitation du réacteur.

A noter que la conception du réacteur en quatre trains séparés permet d'organiser la séquence des travaux de démantèlement train par train, tout en maintenant en service les fonctions auxiliaires installées dans le compartiment du combustible usé et le bâtiment des auxiliaires nucléaires.

1.2.2. Dispositions facilitant l'évacuation des équipements et structures

En facilitant l'évacuation des déchets activés et contaminés vers les ateliers de conditionnement, ces dispositions réduisent les travaux in-situ, en général peu productifs et dosants.

Les études de montage de certains gros composants, notamment celles des générateurs de vapeur, des pompes primaires et du pressuriseur, sont complétées par une étude de leur démontage, y compris manutention et transport à rebours, assurant la possibilité de les évacuer du bâtiment réacteur d'un seul tenant le cas échéant. Le retour d'expérience sur le remplacement des générateurs de vapeur des centrales REP constitue un guide en la matière, qui est pris en compte dans les règles de conception.

Les dispositions adoptées en vue de l'entretien de la tranche en exploitation facilitent l'évacuation des déchets. Associées à une conception du démantèlement qui prévoit de progresser à partir des accès, elles fournissent ainsi les espaces nécessaires pour le déploiement d'engins, le démontage, la dépose et le traitement (décontamination, découpe,...) des composants, la mise en place des installations de mesure, de conditionnement et de caractérisation des déchets.

1.2.3. Dispositions facilitant l'accès du personnel en phase de démantèlement

La conception du réacteur qui facilite l'accès du personnel tranche en marche avec un risque d'irradiation minimal dans la quasi totalité de la zone contrôlée est valorisable pour le démantèlement. A cette fin les composants irradiants ont été enfermés dans des casemates ou isolés derrière des écrans. On peut citer notamment :

- Le plancher séparant la fonction aspersion du pressuriseur de la fonction décharge ;
- Les voiles séparant les branches chaudes des branches froides ;
- Les casemates où sont regroupées les vannes les plus irradiantes.

Par ailleurs des dispositions ont été prises pour faciliter l'accès aux équipements et créer des zones de travail et de repli protégées, par exemple :

- Le renforcement de la protection biologique de la zone annulaire ;
- La mise en place de chicanes devant les pompes primaires ;
- La mise en place de portes blindées devant les générateurs de vapeurs ;
- Le plancher de service au-dessus de la piscine, permettant l'installation d'un atelier de démantèlement in-situ ;
- L'espace de circulation ménagé autour des principaux composants.

L'ensemble de ces dispositions permet de réduire le niveau et le temps d'exposition du personnel au cours des opérations manuelles, et facilite également la mise en œuvre d'équipements télé-opérés.

1.2.4. Écrans neutroniques démontables

La conception du réacteur inclut des écrans neutroniques. Leur présence réduit l'activation des matériaux et facilite donc l'assainissement des structures, tout en réduisant le volume de déchets actifs.

Il s'agit :

- Du bouclier neutronique (appelé « réflecteur lourd » dans d'autres chapitres) entourant le cœur, constitué d'une dizaine d'éléments circulaires assemblés par des tirants verticaux ;
- De la dalle surmontant la cuve, constituée de plaques de béton amovibles.

La conception de ces écrans - inévitablement activés à un degré significatif - comme composants démontables permet, après l'arrêt du réacteur de les évacuer en exposant les travailleurs au minimum de dose.

1.2.5. Dispositions concernant la construction

Les bâtiments du réacteur et des auxiliaires nucléaires possèdent un radier distinct de celui de la salle des machines : un radier commun pour le BR, le BAS/BL et le BK, des radiers spécifiques pour le BAN et la salle des machines.

Cette disposition facilite le démantèlement phasé de l'installation, car la démolition de la salle des machines n'a pas d'effet sur la stabilité des bâtiments nucléaires.

L'emplacement de la cheminée d'évacuation des effluents gazeux, fixée sur la coque avion, permet de la maintenir en service pendant le démantèlement du réacteur.

1.3. DISPOSITIONS CONCERNANT LES ÉQUIPEMENTS ET STRUCTURES

La conception des circuits peut avoir un impact significatif sur leur inventaire radiologique et par conséquent la dosimétrie du démantèlement final, comme dans le cas des grosses maintenances.

1.3.1. Dispositions limitant la contamination des circuits

Des dispositions particulières ont été prises pour éliminer les rétentions, susceptibles de se charger de dépôts radioactifs et sièges potentiels de phénomènes de corrosion, notamment après l'arrêt d'exploitation. On citera :

- Un système de détection rapide des assemblages combustible défectueux, facteur essentiel pour limiter la contamination des déchets en émetteurs alpha ;
- Des installations de traitement (chimie primaire, filtres particulaires) qui limitent à la fois la corrosion et les dépôts dans les circuits ;
- La conception des circuits et réservoirs, évitant autant que possible les zones tourbillonnaires, les points bas non drainés même de faible volume (vannes), les zones de faible vitesse, les cavités mortes ;
- La vidange complète des circuits, facilitée par une pente convenable, ainsi qu'un nombre et un positionnement adéquat des vannes de vidange et des événements ;
- Les circuits de ventilation, conçus par zones séparées, afin de limiter la propagation de la contamination, la contamination extraite au plus près de la source, les filtres placés le plus en amont possible.

Les dispositions prises limitent le dépôt de contamination dans les circuits et réservoirs, ainsi que le transport et le dépôt de matériaux activables sous rayonnement. Dans les deux cas, le but principal est de réduire la dosimétrie. En période de démantèlement ces dispositions ont pour effet de réduire tant la dosimétrie que le risque d'exposition interne et l'activité des déchets.

1.3.2. Dispositions limitant la dissémination de la contamination

L'objectif est de limiter le risque de contamination de locaux par les fluides contenus dans les circuits. En particulier :

- Au travers du zonage propreté/déchets défini à la conception selon la note de méthodologie [Réf \[1\]](#), les zones potentiellement contaminables en situation normale ou accidentelle, ont été identifiées ;
- Les circuits sont munis de vannes d'isolement ;
- Les réservoirs de fluides contaminés sont munis de bacs de rétention, tous les planchers des locaux nucléaires sont équipés d'un système de drainage et recueil ;
- Les niveaux inférieurs des bâtiments sont conçus pour servir de rétention ultime assurant la protection vis-à-vis de la pénétration de fluides contaminés dans le béton et les sols sous-jacents ;

- Les tuyauteries noyées dans les radiers en béton et les puisards de collecte sont munies d'une double-enveloppe, excluant ainsi toute contamination accidentelle et difficile à retirer de ces dalles ;
- Le BTE accolé au BAN favorise le traitement d'une partie des déchets jusqu'à leur conditionnement final sans sortie de zone contrôlée.

1.3.3. Dispositions facilitant la décontamination des locaux et équipements

La décontamination des circuits et composants préalablement à leur démantèlement permet, dans certaines circonstances, simultanément de diminuer les quantités et l'activité des déchets ultimes et de limiter la dosimétrie. La conception a donc, dans la mesure du possible :

- Intégré les procédés de décontamination en plaçant des raccords d'injection de façon à optimiser le mouillage des surfaces internes, en plaçant des lignes et réservoirs de vidange, des dispositifs de prélèvement pour analyse ;
- Prévu de protéger sols et murs par des revêtements décontaminables, quand le risque est avéré ;
- Prévu de revêtir ou d'enduire les parois immergées ;
- Selon les cas, prévu le traitement des surfaces métalliques pour éviter le dépôt de contamination ou faciliter le nettoyage des dépôts contaminés.

La présence d'une peau métallique sur la paroi interne du bâtiment réacteur favorisera les opérations d'assainissement puis la démolition du génie civil du BR. Le béton aura en effet été protégé de toute contamination et sera donc conventionnel par conception, et la peau pourra être assainie puis déclassée.

1.3.4. Dispositions facilitant la mise hors tension électrique des bâtiments

Le retour d'expérience des travaux de mise à l'arrêt définitif des installations montre que les incertitudes relatives à l'état réel des câblages électriques, et donc du caractère effectif de leur mise hors tension, entraînent des difficultés considérables.

L'EPR possède 4 trains de sûreté. L'attribution d'un circuit de câblage à chaque zone de sûreté améliore la lisibilité des systèmes.

1.3.5. Dispositions évitant la pollution chimique

Les problèmes posés par la collecte et la gestion des déchets entraînés par la présence de substances chimiques dans les ouvrages et dans les sols, ces derniers donnant de ce fait des déchets inutilisables comme remblai, ont été mis en évidence lors de la maintenance d'installations antérieures.

Les aires de chargement et de déchargement des véhicules citernes et des véhicules transportant des capacités mobiles contenant ce type de liquides sont équipées de rétentions, de même que les réservoirs de stockage. Les canalisations sont contrôlables et vidangeables.

La présence d'un système d'étanchéité sous les bâtiments de l'îlot nucléaire ne peut avoir qu'un impact favorable pour la protection des sols sous-jacents de l'îlot nucléaire.

Des bassins permettent la récupération de l'eau d'extinction des incendies.

1.4. DOCUMENTATION

L'existence d'une documentation complète et à jour, l'archivage de données identifiées comme importantes post arrêt définitif sont des facteurs majeurs est un facteur majeur d'efficacité et de réduction des aléas au cours du démantèlement.

Des dispositions adéquates permettent de recueillir et de conserver la documentation jugée nécessaire pour le démantèlement.

Il s'agit principalement :

- Des plans et schémas (mécaniques et électriques, plans de câblage, isométriques de tuyauteries, plans d'installation, ceux des pénétrations, des détails de structures, des ferrallages, plans des outillages spéciaux utilisés pour le montage, maquette numérique 3D de l'ensemble des équipements et de l'installation du réacteur) conformes à la réalisation ;
- Des éléments permettant d'utiliser ou de modifier en vue de fonctions nouvelles les équipements et structures (dimensionnement des engins de manutention, des outillages spéciaux, des planchers, des structures porteuses, spécifications de fabrication et d'équipements, résultats d'essais géotechniques) ;
- Des photos et vidéos disponibles (légendées, datées, commentées), utiles pour illustrer les procédés d'assemblage et de montage des éléments, l'exécution des terrassements et des parties ultérieurement cachées des ouvrages, les moyens de manutention des équipements, les détails de cheminements, en insistant sur les parties destinées à être fortement activées et contaminées ;
- Des inventaires quantitatifs : cubages de béton, tonnages d'acier, longueurs de câbles, etc., documents de recette, échantillons des matériaux utilisés pour la construction, ce qui permet l'identification des impuretés, la réalisation d'essais de tenue sous flux, de résistance à la corrosion, etc., ainsi que la distinction entre la radioactivité initiale et celle qui a été ajoutée par l'exploitation du réacteur, en particulier dans le cas où des matériaux présentant une radioactivité d'origine artificielle sont utilisés pour la construction ;
- De l'historique de l'ensemble des incidents d'exploitation avec leur traitement, des modifications apportées à l'installation initiale ;
- De l'ensemble des documents assurant la traçabilité en matière de propreté radiologique et d'inventaire radiologique (cartographie, frottis, prélèvements divers ...).

Ces deux derniers points seront en particulier garantis par le suivi de l'évolution du zonage propreté/déchets.

L'état de référence radio écologique du site effectué dans les domaines terrestre et maritime dans le cadre de la demande d'autorisation de création, complété par le bilan radio écologique décennal, contribuent également au dossier de déclassement final.

1.5. CONCLUSION

La conception du réacteur EPR intègre des dispositions variées qui minimisent le volume des structures activées, réduisent la nocivité des déchets, abaissent le niveau d'irradiation des composants sous flux, limitent l'extension de la contamination et favorisent la décontamination, facilitent l'accès des personnels et des engins et l'évacuation des déchets, et assurent le recueil des données constructives et d'exploitation nécessaire à la bonne préparation du démantèlement.

Ces dispositions sont de nature à faciliter le démantèlement du réacteur, à limiter la dosimétrie des opérations correspondantes et à limiter la quantité et l'activité des déchets radioactifs produits par rapport aux REP existants.



RAPPORT DE SURETE

— DE FLAMANVILLE 3 —

Version Publique

Edition DEMANDE DE MISE EN SERVICE

CHAPITRE 20

SECTION

PAGE 13/13

CENTRALES NUCLÉAIRES

Palier EPR

LISTE DES REFERENCES

[1] Note EDF ECEIG050983 A : « EPR – Méthodologie pour la réalisation du zonage "Propreté / Déchets" »