

Monsieur le Directeur de la Direction des déchets, des
installations de recherche et du cycle

Fontenay-aux-Roses, le 23 mai 2025

AVIS D'EXPERTISE N° 2025-00046 DU 23 MAI 2025

Objet : Établissement Orano Recyclage de La Hague - INB n° 33 (UP2-400)
Demande d'autorisation de modification notable relative à la prolongation du
fonctionnement des évaporateurs de l'atelier « Haute Activité / Produits de Fission »
(HAPF)

Référence : [1] Lettre ASN CODEP-DRC-2024-037229 du 5 juillet 2024
[2] Décret n° 2013-996 du 8 novembre 2013 modifié

Par lettre citée en première référence, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a sollicité l'avis de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur la demande d'autorisation de modification notable, transmise par Orano Recyclage (dénommé Orano ci-après), relative à la prolongation du fonctionnement des évaporateurs de l'atelier « Haute Activité / Produit de Fission » (HAPF) de l'installation nucléaire de base (INB) n° 33 (UP2-400) située sur le site de La Hague. Cette demande concerne les évaporateurs 245-40 et 245-200 de la chaîne évaporatoire A et les évaporateurs 2042-10 et 2042-30 de la chaîne évaporatoire B de cet atelier.

Au 1^{er} janvier 2025, l'ASN et l'IRSN sont devenus l'Autorité de sûreté nucléaire et de radioprotection (ASNR). Le présent avis d'expertise de la Direction de l'expertise en sûreté de l'ASNR vient en réponse à la lettre citée en première référence.

De l'évaluation des documents transmis, tenant compte des compléments apportés par Orano au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté retient les principaux éléments suivants.

1. PRÉSENTATION DE LA DEMANDE

1.1. CONTEXTE

L'INB n° 33, qui comprend une dizaine d'ateliers, dont l'atelier HAPF, a été utilisée pour le traitement de combustibles irradiés de la filière uranium naturel graphite gaz (UNGG), puis pour le traitement des solutions de dissolution de combustibles irradiés des filières dites « oxydes ».

Définitivement arrêtée en 2003, elle est aujourd'hui en cours de démantèlement dans les conditions fixées par le décret cité en seconde référence. Conformément à ce décret, les évaporateurs 2042-10 et 2042-30 ont assuré, jusqu'à fin 2024, le traitement des effluents de rinçage des équipements de l'atelier HAPF, en vue de leur démantèlement, ainsi que celui d'effluents provenant des INB n° 116 (UP3-A) et n° 117 (UP2-800) du site de La Hague. De même, l'évaporateur 245-40, utilisé pour traiter l'acide recombiné issu du traitement des effluents dans les évaporateurs 2042-10 et 2042-30, et l'évaporateur 245-200, utilisé pour traiter les eaux radioactives issues du lavage des gaz de cuves des INB n° 33 et n° 117, ont continué à fonctionner jusqu'à fin 2024.

Dans sa version initiale, le décret précité prescrivait la fin des opérations de rinçage et de traitement d'effluents dans l'INB n° 33 au plus tard, le 31 décembre 2024. Ces opérations ayant pris du retard, Orano a transmis, en 2022, un dossier d'options de sûreté portant sur la prolongation, au-delà du 31 décembre 2024, du fonctionnement

des évaporateurs de l'atelier HAPF. L'ASN avait considéré que ce dossier devait être complété, notamment par des mesures d'épaisseurs des parois des évaporateurs, compte tenu des phénomènes de corrosion dus aux conditions d'ambiance auxquelles ils sont soumis (pression, température, acidité...). À cet égard, en avril 2024, Orano a informé l'ASN que l'une des mesures d'épaisseur réalisées sur l'évaporateur 2042-10 était inférieure à l'« épaisseur limite », c'est-à-dire l'épaisseur minimale retenue pour maîtriser le risque de percement eu égard aux conditions d'ambiance rencontrées. Orano a alors arrêté l'évaporateur concerné et a défini des dispositions afin de pouvoir prolonger le fonctionnement des évaporateurs de l'atelier HAPF au-delà de 2024.

1.2. RAPPEL DES ENJEUX DE SÛRETÉ

Les conséquences radiologiques de percement d'un évaporateur ont été évaluées par Orano à quelques μSv pour le public. En outre, une telle situation entraînerait une élévation du débit équivalent de dose à proximité des filtres de ventilation de l'ordre de 1 mSv.h^{-1} . **Conformément à la demande de l'ASN, la présente expertise ne porte pas sur ces estimations.**

D'un point de vue opérationnel, le fonctionnement des évaporateurs de l'atelier HAPF est nécessaire au démantèlement de l'atelier. En effet, les rinçages visent à diminuer le débit de dose dans les cellules de procédé pour faciliter leur démantèlement et réduire ainsi le volume de déchets non susceptibles d'être stockés en surface. À cet égard, la Direction de l'expertise en sûreté relève que, à ce jour, Orano ne dispose pas d'alternative à la prolongation de ces évaporateurs pour traiter les effluents de rinçage. **Aussi, une mise à l'arrêt de ces évaporateurs à la suite de leur perte d'intégrité rendrait les opérations de démantèlement de l'INB n° 33 plus longues, plus complexes et plus coûteuses en termes de dosimétrie.**

1.3. PRÉSENTATION DU DOSSIER TRANSMIS PAR ORANO ET DE L'EXPERTISE RÉALISÉE

Dans le dossier transmis en juillet 2024, Orano définit des dispositions d'exploitation, dont des critères d'arrêt et de redémarrage des évaporateurs, fondés sur des contrôles périodiques de l'épaisseur au niveau des zones identifiées comme les plus sensibles à la corrosion (ZIS) et sur la vitesse de corrosion estimée jusqu'au contrôle suivant.

Conformément à la lettre citée en première référence, l'expertise de la Direction de l'expertise en sûreté de l'ASNR a porté sur les aspects relatifs d'une part à la corrosion (types de corrosion considérés compte tenu des conditions d'ambiance passées et futures, pertinence des ZIS définies...), d'autre part aux mesures d'épaisseur (incertitudes associées aux différents procédés de mesure, épaisseurs à prendre en compte pour évaluer la vitesse de corrosion...).

2. EXPERTISE DES DISPOSITIONS RETENUES PAR ORANO

2.1. DESCRIPTION DES ÉVAPORATEURS ET DE LEURS CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

2.1.1. Évaporateurs 2042-10 et 2042-30

Les évaporateurs 2042-10 et 2042-30 sont constitués d'un bouilleur surmonté d'une colonne de décontamination. Leurs parois, qui sont directement en contact avec les effluents à traiter (solutions de produits de fission, concentrats, raffinats et effluents générés par le démantèlement de l'atelier HAPF), sont fabriquées dans une nuance d'acier inoxydable austénitique dénommée « Uranus S1N », choisi pour sa résistance à la corrosion intergranulaire (CIG) en milieu très oxydant. La ZIS considérée par Orano est située au niveau de l'arrivée et de la sortie d'eau surchauffée. Ces évaporateurs ont globalement connu les mêmes conditions d'ambiance (pression, température et nature d'effluents traités) et les mêmes durées de fonctionnement. Toutefois, il est à noter que l'évaporateur 2042-10 a fonctionné environ 17 000 heures de plus que l'évaporateur 2042-30, et ce en présence de produits de fission (milieu le plus corrosif).

2.1.2. Évaporateurs 245-40 et 245-200

Les évaporateurs 245-40 et 245-200 sont des thermosiphons surmontés d'une colonne de séparation, mais leurs conditions de fonctionnement diffèrent. En particulier, l'évaporateur 245-40, qui concentre l'acide nitrique recombinaison issu du traitement d'effluents dans les évaporateurs 2042-10 et 2042-30, a déjà été remplacé trois fois à la suite de percements dus à la corrosion. L'évaporateur 245-200 a quant à lui été soumis à un milieu très

corrosif au début de sa période de fonctionnement, mais à un milieu moins agressif depuis une trentaine d'années. Les deux évaporateurs sont constitués de deux nuances d'aciers inoxydables austénitiques distinctes : l'Uranus 65 pour les éléments en contact avec de l'acide nitrique chaud et concentré et l'acier 304L pour la calandre du bouilleur, en contact avec l'eau surchauffée. La ZIS considérée par Orano pour ces évaporateurs est située au niveau des tubes internes du faisceau du bouilleur.

2.2. PHÉNOMÈNES DE CORROSION CONSIDÉRÉS

2.2.1. Évaporateurs 2042-10 et 2042-30

Orano retient la corrosion généralisée, c'est-à-dire une corrosion homogène, comme la principale source de perte d'épaisseur des parois constitutives des évaporateurs 2042-10 et 2042-30. **Ceci n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

Orano indique également que, au vu du retour d'expérience disponible relatif à un évaporateur de l'atelier R7 de l'INB n° 117, de même nuance d'acier et ayant connu des percements, une « *corrosion plus localisée ne peut pas être exclue* ». Toutefois, Orano considère que la plus faible présence de fluor libre (élément chimique favorisant l'apparition de corrosion localisée) dans les effluents traités par les évaporateurs de l'atelier HAPF permet de ne pas retenir de corrosion localisée comme mode d'endommagement possible.

À cet égard, la Direction de l'expertise en sûreté souligne que les évaporateurs 2042-10 et 2042-30 sont non seulement de même nuance d'acier et exposés à des milieux de même nature (température et acidité) que celui de R7, mais qu'ils ont, de surcroît, fonctionné plus longtemps. Par ailleurs, si le fluor libre est effectivement un élément favorisant la corrosion, la formation de « cratères » (tels qu'observés sur l'évaporateur de R7) semble associée à la présence d'un flux thermique ou à un régime d'ébullition. De même, les mesures d'épaisseur réalisées sur l'évaporateur 2042-10, au niveau de la ZIS, ont montré de fortes disparités locales en termes d'épaisseur de métal au niveau de l'entrée surchauffée. **Aussi, la Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'Orano retienne la corrosion localisée sous flux thermique comme possible mécanisme à part entière de dégradation des évaporateurs 2042-10 et 2042-30 et établisse au plus tôt un diagnostic de l'état de la paroi interne du fond des bouilleurs de ces équipements à l'aide de moyens de contrôle appropriés. Orano doit par ailleurs poursuivre l'acquisition de données sur ce mécanisme pour des équipements similaires, notamment l'évaporateur 2042-20, en vue d'une meilleure compréhension des conditions d'apparition du phénomène (cf. recommandation n° 1 formulée en annexe au présent avis d'expertise).**

2.2.2. Évaporateurs 245-40 et 245-200

Pour les évaporateurs 245-40 et 245-200, Orano retient la corrosion généralisée comme mode de dégradation, à laquelle il ajoute, pour l'évaporateur 245-40, la corrosion intergranulaire généralisée (déchaussement des grains du métal entraînant une perte d'épaisseur homogène), compte tenu notamment de son fonctionnement en milieu très acide et à haute température, ainsi que du retour d'expérience issu du précédent évaporateur 245-40 qui a été démantelé en 2009.

Même si la Direction de l'expertise en sûreté considère qu'il est effectivement pertinent de retenir la corrosion intergranulaire comme mode d'endommagement de l'évaporateur 245-40, elle rappelle qu'il avait été souligné lors de l'expertise du nouvel évaporateur de l'atelier R7 constitué d'Uranus 65, que la prise en compte du retour d'expérience (précédents évaporateurs 245-40, évaporateurs de l'usine de Tokai au Japon...) et de l'état de l'art tendait à confirmer que l'Uranus 65 était sujet à de la corrosion intergranulaire généralisée non homogène.

Concernant l'évaporateur 245-200, si celui-ci est désormais soumis à des conditions de fonctionnement moins agressives, la Direction de l'expertise en sûreté estime que ses premières années de fonctionnement ont pu engendrer des amorces de corrosion localisées, notamment au niveau de certaines hétérogénéités du matériau (soudures...).

En conclusion, compte tenu du retour d'expérience national et international disponible et de l'historique de fonctionnement des évaporateurs 245-40 et 245-200, **la Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'Orano retienne, pour les évaporateurs 245-40 et 245-200 de l'INB n° 33, la corrosion localisée comme possible mécanisme à part entière de dégradation et détermine une épaisseur mesurable, en cohérence**

avec les performances des moyens de contrôles non destructifs mis en œuvre, afin de limiter le risque de percement des tubes du faisceau de ces évaporateurs (cf. recommandation n° 2 formulée en annexe au présent avis d'expertise).

2.2.3. Dispositions d'exploitation retenues pour limiter le risque de corrosion

Pour limiter le risque de corrosion, Orano retient différentes dispositions d'exploitation : la réalisation annuelle de rinçages basiques et l'injection de nitrate de zirconium afin de complexer le fluor libre.

La Direction de l'expertise en sûreté considère que ces dispositions constituent de bonnes pratiques de nature à limiter le développement de la corrosion des évaporateurs.

2.3. MESURES D'ÉPAISSEUR ET INCERTITUDES ASSOCIÉES

S'agissant des évaporateurs 2042-10 et 2042-30, Orano mesurait, jusqu'en 2024, l'épaisseur de la ZIS avec une sonde à ultrasons monoélément. Depuis, afin d'augmenter la surface mesurée, il utilise un procédé de mesure constitué de 3 sondes à ultrasons monoélément appelé TRIPLEX. Dans tous les cas, il mesure l'épaisseur directement au contact de la ZIS.

Pour les évaporateurs 245-40 et 245-200, l'épaisseur des tubes constituant la ZIS n'est pas mesurée directement à leur contact en raison de la conception des évaporateurs. Orano utilise pour ce faire un procédé de mesure appelé MEXIBUS, constitué d'une sonde monoélément émettant des ultrasons de telle sorte que l'épaisseur des tubes est déduite du temps de parcours de l'onde sonore dans l'eau dans laquelle ils sont immergés.

Orano constitue, pour chacun des évaporateurs, un dossier de justification technique (DJT) de l'incertitude associée à la mesure de l'épaisseur. Le DJT précise le procédé de mesure retenu et recense les catégories de paramètres influents à retenir, les incertitudes élémentaires qui leur sont associées et la méthode de calcul de l'incertitude de mesure obtenue à partir de ces incertitudes élémentaires. Ces catégories comprennent des paramètres liés au composant à mesurer (état de surface...), des paramètres associés à la technique utilisée (fréquences des ondes de la sonde...) et des paramètres liés à la mise en œuvre de la mesure (outillage et environnement). S'agissant de la méthode de consolidation de l'incertitude retenue, Orano retient trois approches possibles (« conventionnelle », « optimisée » et « tout statistique ») selon un recours croissant à un traitement optimisé des paramètres influents.

2.3.1. Incertitudes associées aux mesures par TRIPLEX

L'analyse des DJT de l'incertitude associée aux mesures d'épaisseur par le procédé TRIPLEX conduit la Direction de l'expertise en sûreté à considérer que **certains paramètres influents en lien avec la mise en œuvre et l'état de surface du composant ont été sous-estimés par Orano.**

S'agissant de la méthode de consolidation de l'incertitude retenue, Orano retient l'approche « tout statistique », même s'il souligne que sa mise en œuvre requiert que « *le profil de corrosion soit homogène et uniforme* ». Or, comme indiqué au paragraphe 2.2, la Direction de la sûreté considère que cette condition n'est pas remplie. Par ailleurs, l'analyse de la Direction de l'expertise en sûreté des derniers résultats de mesure d'épaisseur réalisés sur l'évaporateur 2042-10 met en évidence des écarts entre les trois sondes composant la TRIPLEX pouvant être attribuées à la non-uniformité du mécanisme de corrosion, mais aussi à l'incertitude de mesure d'épaisseur.

2.3.2. Incertitudes associées aux mesures par MEXIBUS

Orano retient également l'approche « tout statistique » dans les DJT de l'incertitude associée aux mesures d'épaisseur par le procédé MEXIBUS pour les évaporateurs 245-40 et 245-200. À l'instar des DJT relatifs au procédé TRIPLEX, l'analyse des DJT relatifs au procédé MEXIBUS conduit la Direction de l'expertise en sûreté à considérer que **certains paramètres influents liés à la mise en œuvre ont été sous-estimés par Orano.**

En outre, l'analyse des résultats de mesures effectuées entre 2017 et les dernières mesures disponibles met en évidence des augmentations d'épaisseurs entre deux campagnes de mesures supérieures à l'incertitude de mesure retenue par Orano. **À la lumière de ces éléments, la Direction de l'expertise en sûreté considère que l'incertitude de mesure retenue par Orano pour le procédé MEXIBUS est sous-évaluée.**

2.3.3. Conclusion sur les incertitudes de mesure

L'analyse des DJT relatifs aux procédés TRIPLEX et MEXIBUS par la Direction de l'expertise en sûreté montre d'une part que les impacts de certains paramètres influents nécessitent d'être réévalués et traités de façon équivalente entre les procédés de mesure, d'autre part que l'approche « tout statistique », qui repose sur une hypothèse de corrosion homogène et uniforme, conduit vraisemblablement à une sous-estimation des incertitudes de mesure. **Aussi, la Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'Orano révise, en vue de la prochaine campagne de mesures d'épaisseur des évaporateurs de l'INB n° 33, la méthode de détermination des incertitudes associées, en prenant en compte de manière équivalente l'impact des paramètres influents pour les procédés TRIPLEX et MEXIBUS, en indiquant les valeurs d'incertitude de mesure d'épaisseur obtenues selon une approche « conventionnelle » et en justifiant l'approche de consolidation de la valeur d'incertitude qui aura été retenue en prenant l'hypothèse d'une corrosion non uniforme. Orano devra par ailleurs mettre à jour les dossiers de justification technique en conséquence (cf. recommandation n° 3 formulée en annexe au présent avis d'expertise).**

2.4. CRITÈRES D'ARRÊT ET DE REDÉMARRAGE DES ÉVAPORATEURS

Pour rappel, Orano définit dans son dossier de demande d'autorisation des critères d'arrêt et de redémarrage des évaporateurs, fondés sur des contrôles périodiques de l'épaisseur au niveau des ZIS et sur la vitesse de corrosion estimée jusqu'au contrôle suivant. La périodicité de ces contrôles peut être revue avant chaque redémarrage.

La corrosion étant supposée linéaire avec le temps, la vitesse de corrosion enveloppe dépend de la dernière épaisseur minimale mesurée, de l'épaisseur maximale considérée au démarrage de l'évaporateur et du temps de fonctionnement des évaporateurs depuis leur mise en service et celui prévu (temps effectif de fonctionnement pour les évaporateurs 2042-10 et 2042-30 et temps calendaire pour les évaporateurs 245-40 et 245-200). Dans tous les cas, la durée entre deux contrôles périodiques de l'épaisseur ne peut pas dépasser 120 jours de fonctionnement effectif pour les évaporateurs 2042-10 et 2042-30 et 40 mois de temps calendaire pour les évaporateurs 245-40 et 245-200.

Pour les évaporateurs 245-40 et 245-200, la dernière épaisseur minimale mesurée correspond à la plus petite valeur relevée, corrigée de l'incertitude de mesure. Pour les évaporateurs 2042-10 et 2042-30, Orano exploite statistiquement les points mesurés avec la sonde TRIPLEX pour déterminer l'épaisseur minimale à considérer. Compte tenu de la méthode d'établissement de l'épaisseur minimale et des incertitudes associées à la mesure de l'épaisseur, les mesures effectuées lors d'une campagne donnée pourraient conduire à considérer une épaisseur minimale plus élevée que celle obtenue lors de précédentes campagnes. **Aussi, la Direction de l'expertise en sûreté recommande que, pour réaliser les calculs de vitesse de corrosion enveloppe et vérifier le respect des critères d'arrêt et de redémarrage des évaporateurs de l'INB n° 33, Orano retienne l'épaisseur minimale estimée sur l'ensemble des campagnes de mesures effectuées sur chaque évaporateur (cf. recommandation n° 4 formulée en annexe au présent avis).**

En outre, concernant l'épaisseur maximale considérée au démarrage de l'évaporateur, la Direction de l'expertise en sûreté estime qu'il convient de retenir les épaisseurs d'approvisionnement les plus pénalisantes, c'est-à-dire celles évaluées en tenant compte des tolérances maximales d'approvisionnement des matériaux. L'impact de cette modification sur la périodicité de contrôle, qui a été évalué par la Direction de l'expertise en sûreté, est en particulier significatif pour l'évaporateur 245-40. **Aussi, la Direction de l'expertise en sûreté considère que la périodicité doit être revue de 40 mois à 24 mois.** Par ailleurs, concernant le temps de fonctionnement passé qui doit être retenu pour estimer la vitesse de corrosion enveloppe, Orano a indiqué, au cours de l'expertise, que, contrairement à ce qui figure dans le dossier présenté, il prendrait en compte le temps effectif de fonctionnement pour les évaporateurs 245-40 et 245-200, **ce qui est satisfaisant.** Cette modification impacte notablement la périodicité de contrôle de l'évaporateur 245-200. **Compte tenu de ces éléments, la Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'Orano réduise à 24 mois la durée entre deux campagnes de mesures d'épaisseur de la zone identifiée sensible des évaporateurs 245-40 et 245-200 de l'INB n° 33 (cf. recommandation n° 5 formulée en annexe au présent avis).**

2.5. REPRÉSENTATIVITÉ DES ZONES IDENTIFIÉES SENSIBLES

S'agissant de la ZIS définie par Orano pour l'évaporateur 2042-10, **elle n'appelle pas de remarque de la Direction de l'expertise en sûreté.**

Pour l'évaporateur 2042-30, l'utilisation d'une incertitude basée sur une approche « conventionnelle » pourrait conduire à retenir quatre zones supplémentaires en fond de bouilleur. Toutefois, compte tenu de la périodicité de contrôle retenue et de la durée restante avant l'atteinte de l'épaisseur limite, **la Direction de l'expertise en sûreté considère que la ZIS définie par Orano pour l'évaporateur 2042-30 reste adaptée. Orano devrait cependant porter une attention particulière aux zones accessibles du fond de l'équipement à l'approche de l'atteinte de l'épaisseur limite en ZIS.**

Pour les évaporateurs 245-40 et 245-200, l'identification des tubes du faisceau comme ZIS est pertinente et est en accord avec le retour d'expérience disponible. Toutefois, une analyse par la Direction de l'expertise en sûreté des épaisseurs résiduelles et des vitesses de corrosion, tenant notamment compte des remarques formulées *supra* concernant les incertitudes de mesure, conduit à identifier quatre autres zones d'intérêt : les viroles inférieures et supérieures des évaporateurs, ainsi que les fonds torisphériques inférieurs et supérieurs. **Aussi, la Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'Orano étende la zone identifiée sensible des évaporateurs 245-40 et 245-200 aux viroles et aux fonds torisphériques supérieurs et inférieurs. Orano doit en outre examiner le besoin d'extension de cette zone après chaque campagne de mesures d'épaisseur (cf. recommandation n° 6 formulée en annexe au présent avis).**

3. CONCLUSION

Sur la base des documents examinés, en tenant compte des informations transmises par Orano au cours de l'expertise, la Direction de l'expertise en sûreté estime que les dispositions présentées par Orano dans le cadre de sa demande d'autorisation de prolonger le fonctionnement des évaporateurs 245-40, 245-200, 2042-10 et 2042-30 de l'INB n° 33 nécessitent d'être complétées, s'agissant notamment des phénomènes de corrosion à prendre en compte, de la méthode de détermination des incertitudes de mesure d'épaisseur et de la définition des critères d'arrêt et de redémarrage desdits évaporateurs.

Par ailleurs, la Direction de l'expertise en sûreté considère que le retour d'expérience de la présente expertise devrait être pris en compte par Orano dans le cadre de l'exploitation des évaporateurs du site de La Hague en cours de fonctionnement, ainsi que pour la conception d'éventuelles futures capacités évaporatoires.

Pour le Directeur de l'expertise en sûreté

Eric LETANG

Adjoint au Directeur de l'expertise en sûreté



Eric LETANG
2025.05.23
10:29:26
+02'00'

ANNEXE

Recommandations de la Direction de l'expertise en sûreté

Recommandation n° 1

La Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'Orano retienne la corrosion localisée sous flux thermique comme possible mécanisme à part entière de dégradation des évaporateurs 2042-10 et 2042-30 de l'INB n° 33 et établisse au plus tôt, et en tout état de cause dans un délai n'excédant pas 120 jours de fonctionnement effectif, un diagnostic de l'état de la paroi interne du fond des bouilleurs de ces équipements à l'aide de moyens de contrôle appropriés. Orano doit par ailleurs poursuivre l'acquisition de données sur ce mécanisme pour des équipements similaires, notamment l'évaporateur 2042-20, en vue d'une meilleure compréhension des conditions d'apparition du phénomène.

Recommandation n° 2

La Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'Orano retienne, pour les évaporateurs 245-40 et 245-200 de l'INB n° 33, la corrosion localisée comme possible mécanisme à part entière de dégradation et détermine une épaisseur mesurable, en cohérence avec les performances des moyens de contrôles non destructifs mis en œuvre, afin de limiter le risque de percement des tubes du faisceau des évaporateurs.

Recommandation n° 3

La Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'Orano révise, en vue de la prochaine campagne de mesures d'épaisseur des évaporateurs 245-40, 245-200, 2042-10 et 2042-30 de l'INB n° 33, la méthode de détermination des incertitudes associées :

- en prenant en compte de manière équivalente l'impact des paramètres influents pour les procédés TRIPLEX et MEXIBUS ;
- en indiquant les valeurs d'incertitude de mesure d'épaisseur obtenues selon une approche « conventionnelle » ;
- en justifiant l'approche de consolidation de la valeur d'incertitude qui aura été retenue en prenant l'hypothèse d'une corrosion non uniforme.

Orano mettra à jour les dossiers de justification technique en conséquence.

Recommandation n° 4

La Direction de l'expertise en sûreté recommande que, pour réaliser les calculs de vitesse de corrosion enveloppe et vérifier le respect des critères d'arrêt et de redémarrage des évaporateurs 245-40, 245-200, 2042-10 et 2042-30 de l'INB n° 33, Orano retienne l'épaisseur minimale estimée sur l'ensemble des campagnes de mesures effectuées sur chaque évaporateur.

Recommandation n° 5

La Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'Orano réduise à 24 mois la durée entre deux campagnes de mesures d'épaisseur de la zone identifiée sensible des évaporateurs 245-40 et 245-200 de l'INB n° 33.

Recommandation n° 6

La Direction de l'expertise en sûreté recommande qu'Orano étende la zone identifiée sensible des évaporateurs 245-40 et 245-200 de l'INB n° 33 aux viroles et aux fonds torisphériques supérieurs et inférieurs. Orano doit en outre examiner le besoin d'extension de cette zone après chaque campagne de mesures d'épaisseur.