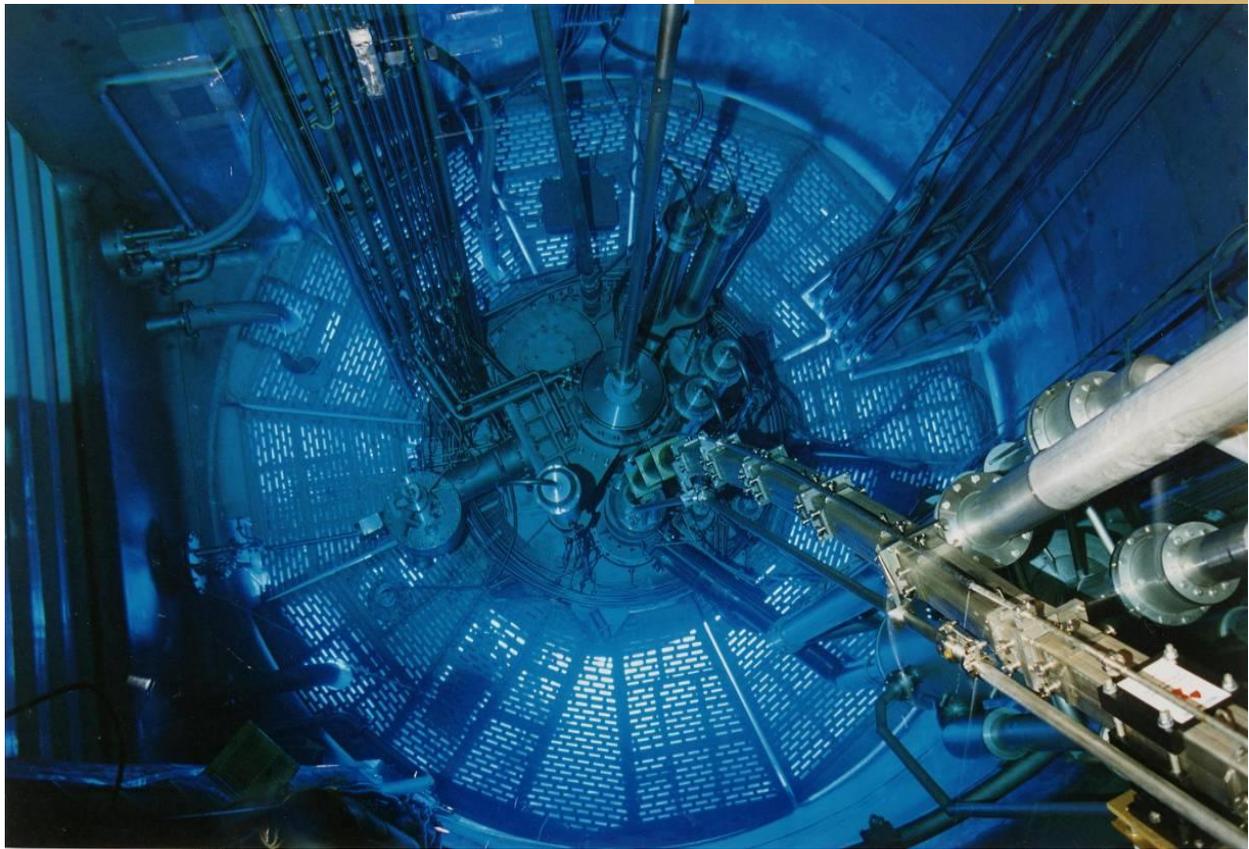


**Définition de conditions particulières
d'application du titre III du décret 99-1046
dans les compartiments du bloc pile
C7, C8 et C9, C10 (tubes d'irradiation V4 et V7)**





NEUTRONS
FOR SCIENCE
DIVISION REACTEUR

Rapport RHF n° 495

Page : 2/33

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)**

Ind. A

Champ d'application et résumé

Historique des évolutions

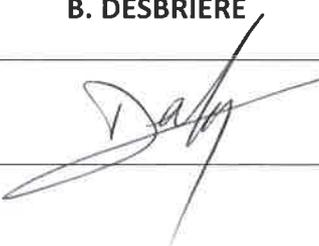
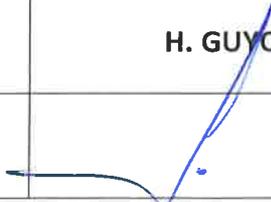
Indice	Date	Références	Commentaires/objet des évolutions d'indice
0	17/07/2014	DRe FG/gs 2014-0568	Création du document
A	10/12/2014	DRe BD/lr 2014-0993	Modification suite à la réunion avec la DEP du 1/10/2014

Destinataires

Les signataires

Chefs de service et de groupe concernés :

Autres :

	Rédacteur	Vérificateur (s)	Approbateur
Nom	B. DESBRIERE	F. FRERY	H. GUYON
Visa			

	Rapport RHF n° 495	Page : 3/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

TABLE DES MATIERES

1	PREAMBULE/OBJECTIFS.....	5
2	DESCRIPTION DES COMPARTIMENTS.....	5
2.1	Rôle des compartiments.....	5
2.2	Caractéristiques des compartiments	6
2.2.1	Caractéristiques du composant doigt de gant	8
2.2.2	Caractéristiques du composant tube porte-source	9
2.2.3	Caractéristiques du composant tube intérieur porte-source	10
2.2.4	Caractéristiques des fluides en contact avec les compartiments.....	11
2.3	Exploitation des compartiments.....	12
2.4	Localisation des compartiments	12
3	JUSTIFICATION DE L'INCAPACITE A REALISER LES ACTIONS REGLEMENTAIRES SUR LES COMPARTIMENTS.....	13
3.1	Contexte.....	13
3.2	Obstacles à la réalisation des actions réglementaires	13
3.2.1	Vérification externe	13
3.2.2	Vérification interne	13
3.2.3	Epreuve	14
3.2.4	Conclusion partielle.....	14
4	ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE DEFAILLANCE	15
4.1	Facteur fabrication	15
4.2	Facteur état.....	16
4.3	Facteur dégradation	17
4.3.1	Modes de dégradation	17
4.3.2	Analyse du facteur relatif aux dégradations auxquelles le compartiment est potentiellement sensible	20
4.4	Résultat probabilité de défaillance.....	22
5	EQUIVALENCE DU NIVEAU DE SECURITE DES COMPARTIMENTS PAR RAPPORT A CELUI QUI SERAIT ETABLI PAR REALISATION DES MESURES DE DROIT COMMUN	23
5.1	Préambule.....	23
5.2	Performances gestes réglementaires	24
5.2.1	Performances gestes compensatoires	24
5.2.2	Performances des dispositions préventives	25

 <p>NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR</p>	Rapport RHF n° 495	Page : 4/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

5.3	Analyses des performances et des niveaux de sécurité	27
5.3.1	Performances des dispositions retenues.....	28
5.3.2	Performances des dispositions réglementaires diminuées des dispositions préventives	28
5.3.3	Comparaisons des performances	28
5.3.4	Conclusion niveau de sécurité	29
5.4	Evaluation des conséquences de défaillance	29
5.4.1	Facteur conséquence sur les travailleurs	29
5.4.2	Facteur conséquence sur l'environnement.....	30
5.4.3	Facteur conséquence sur d'autres EIP	30
6	CONCLUSIONS	31

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 5/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	

1 PREAMBULE/OBJECTIFS

Le classement du récipient bloc pile de l'ILL en un seul équipement ESPN multi-compartiments conduit à ce que les exigences réglementaires de suivi en service s'appliquent à l'équipement global.

Telles que développées dans le document RHF n°484, ces exigences réglementaires ne peuvent en l'état être applicables à l'équipement global sans aménagement. Dans le cadre des propositions de l'ILL, nous proposons de répercuter ces exigences aménagées aux ensembles fonctionnels ou compartiments qui forment l'équipement bloc pile.

Dans le présent document, nous étudions les cas particuliers de deux ensembles fonctionnels V4 (C7/C8) et V7 (C9/C10) qui présentent de fortes similitudes (en termes de formes, matières, conditionnement, ...). Il consigne l'analyse réglementaire et technique permettant de déterminer les mesures à mettre en œuvre et compensant la non réalisation de certaines dispositions réglementaires de l'arrêté du 12/12/2005 relatif aux ESPN, pour ces compartiments.

2 DESCRIPTION DES COMPARTIMENTS

Ce document est générique pour les 2 ensembles fonctionnels semblables V4 (C7/C8) et V7 (C9/C10). Afin d'être le plus concret possible, pour la suite du document un exemple est pris avec l'ensemble fonctionnel « porte-source » V7 (C9/C10).

2.1 Rôle des compartiments

La fonction principale de l'ensemble fonctionnel « porte-source » V7 est de permettre la mise en place ou le retrait d'échantillons ou de sources très proches du cœur pendant le fonctionnement du réacteur.

Le composant doigt de gant du compartiment doigt de gant V7 (C9) assure une étanchéité entre l'eau lourde du bloc pile et l'intérieur pressurisé en hélium à 0,5 bar.

Un tube porte-source (C10) se trouve à l'intérieur du doigt de gant. Il assure une étanchéité entre l'hélium dans lequel il baigne et l'eau légère de la piscine réacteur avec laquelle l'intérieur est relié. La surveillance du volume en hélium permet de détecter une fuite d'eau.

Ces deux éléments sont fabriqués, installés et remplacés ensemble de par leur fonctionnalité.

Afin d'améliorer la sûreté de l'installation, les doigts de gant sont pressurisés en hélium, ce qui diminue le delta de pression entre l'extérieur et l'intérieur du composant doigt de gant. De plus, grâce à la barrière double ainsi constituée, la perte d'un tube ne conduit pas à une fuite du bloc-pile.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 6/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

2.2 Caractéristiques des compartiments

L'ensemble fonctionnel « porte-source » V7 se décompose en deux compartiments distincts nommés C9 et C10. Le compartiment C9 correspond au volume délimité par le doigt de gant V7 et le compartiment C10 au volume intérieur délimité par le tube porte-source, logé dans le doigt de gant V7.

L'ensemble fonctionnel est réalisé par l'assemblage boulonné des composants suivants :

- Le composant doigt de gant V7 : Il est fixé (boulonnage) en partie haute sur le couvercle du bloc pile. Il est composé d'un tube d'environ 5 mètres de long fermé à son extrémité basse par un fond bombé. La partie supérieure du doigt de gant est formée par une bride soudée au tube. L'ensemble baigne dans l'eau lourde et traverse le bloc pile verticalement avec une légère inclinaison d'environ 8°.
- Le composant porte-source: Il est fixé (boulonnage) en partie supérieure du doigt de gant. Il est constitué d'un tube d'environ 5 mètres de long fermé à son extrémité par un fond bombé. La partie supérieure du tube porte-source est formée par une bride soudée au tube. Il est logé dans le doigt de gant et forme la paroi séparatrice entre le compartiment C9 (à l'extérieur) et le compartiment C10 (à l'intérieur).
- Le composant tube interne porte-source: Ce tube plonge dans le composant porte-source pour permettre une convection naturelle de l'eau légère qui se réchauffe au contact de la source irradiée. Ainsi, l'eau froide de la piscine descend par l'espace entre les deux tubes et remonte en partie centrale en se réchauffant au contact de la source. Il est fixé (boulonnage) en partie supérieure du tube porte-source. Il est constitué d'un tube d'environ 5 mètres de long ouvert à son extrémité. La partie supérieure du tube interne porte-source est formée par une bride soudée au tube. Cela n'est pas une paroi séparatrice au sens de la pression mais un simple interne fonctionnel.

Le compartiment « doigt de gant V7 » est pressurisé en hélium en permanence à 0,5 bar. Cet hélium est un hélium industriel issu de bouteilles B50.

Compartiment C9 (doigt de gant V7)		
Caractéristiques	316RPV7A	Unités
P. maximale admissible (PS)	1	Bar rel
P utilisation	De 0 à 0,5	Bar rel
P épreuve initiale (PE)	1,5	Bar rel
T°. maximale admissible (TS)	50 (localement 80°C)	°C
T° de fonctionnement	20 à 50 (localement 80°C)	°C

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)**

Ind. A

Volume	7,4 (sans prise en compte du porte-source à l'intérieur par simplification)	litres
Nature du fluide	Hélium industriel	
Groupe de dangerosité	2	
Activité (compartiment)	< 370	MBq
Catégorie de risque pression	0 (par application du tableau 1)	
Niveau ESPN	N2 <i>en tant que compartiment de l'équipement bloc pile classé N2</i>	
Classification	EIS 3 pour le composant doigt de gant	
Contrôle soudure	100% radio + 100% ressuage	

Ind. A

Compartiment C10 (porte-source)

Caractéristiques	316RPV7B	Unités
P. maximale admissible (PS)	1,1	Bar rel
P utilisation	1,1 bar (11 m de colonne d'eau)	Bar rel
P épreuve initiale (PE)	Pas d'épreuve en pression intérieure	Bar rel
T° maximale admissible (TS)	50 (localement 80°C)	°C
T° de fonctionnement	20 à 50 (localement 80°C)	°C
Volume	6	litres
Nature du fluide	Eau légère	
Groupe de dangerosité	2	
Activité (compartiment)	< 370	MBq
Catégorie de risque pression	Sans	
Niveau ESPN	Sans (<i>N2 en tant que compartiment de l'équipement bloc pile classé N2</i>)	

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 8/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	

Classification	EIS 3 le tube porte-source	
Contrôle soudure	100% radio + 100% ressuage	

2.2.1 Caractéristiques du composant doigt de gant

Le composant doigt de gant est réalisé en aluminium AG3net (5754, AlMg3). Cet alliage possède des propriétés très intéressantes dont une certaine transparence aux neutrons, une faible activation et une tenue sous flux importante. L'ensemble des éléments du bloc est constitué de cette matière.

2.2.1.1 Caractéristiques physiques

Le composant est un élément tubulaire constitué d'une bride supérieure, d'un tube et dont l'extrémité est fermée par un embout de forme bombée. Il est installé en position verticale avec une inclinaison de 8°. (Voir plans Re9C70 P 025, Re9C70 P 026 pour ddg V7)

Il mesure 4,73 m pour un diamètre extérieur de 48 mm. Il est raccordé en partie supérieure au bloc pile par visserie.

La succession de portions est la suivante :

- Bride de liaison usinée avec une épaisseur de collerette de 130 mm et un diamètre extérieur 132 mm
- Tube étiré de diamètre intérieur 44 mm, d'épaisseur 2 mm et de longueur 3,75 m, prolongé par un tube de longueur \approx 950 mm de mêmes diamètres usiné dans une barre forgée
- Embout de forme bombée d'épaisseur maximale 10 mm, de diamètre intérieur 44 mm et de longueur 25 mm, taillé dans la masse d'un rond.

La totalité des portions est assemblée par soudage bout à bout et en pleine pénétration.

Compte tenu du flux important du réacteur, dès l'origine, il a été prévu de remplacer ce composant périodiquement. Il est, par conséquent, prévu d'être démonté et sorti du réacteur sous eau ou par « saut de puce ». Contrairement aux autres doigts de gant, celui-ci, en cas de rupture, ne conduit pas au dénoyage du cœur.

2.2.1.2 Caractéristiques conception - fabrication

Aucune réglementation relative aux équipements sous pression n'a jusqu'à maintenant été applicable à ce composant tant d'un point de vue conception, fabrication ou exploitation.

	Rapport RHF n° 495	Page : 9/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

Sa conception d'origine a été réalisée en s'appuyant sur le code ASME III en 1969 et repris en 1992 selon l'ASME section III, division 1, matériel de classe 1.

La fabrication a été réalisée en conformité avec les spécifications de l'ILL (plan de réalisation).

La dernière fabrication de ce composant a été réalisée par un sous-traitant chaudronnier de l'ILL (BARRAS PROVENCE) en 1990.

2.2.2 Caractéristiques du composant tube porte-source

Le composant tube porte-source est réalisé en AG3net (5754, AlMg3).

2.2.2.1 Caractéristiques physiques

Le composant est un élément tubulaire constitué d'une bride supérieure, d'un tube et dont l'extrémité est fermée par un embout de forme bombée. Il est installé en position verticale dans le composant doigt de gant. (Voir plans Re9C70 P 025, Re9C70 P 027 pour tube d'irradiation V7)

Il mesure un peu moins de 4,7 m pour un diamètre extérieur de 42 mm. Il est raccordé en partie supérieure à la bride supérieure du composant doigt de gant.

La succession de portions est la suivante :

- Bride usinée avec une épaisseur de collerette de 10 mm et un diamètre extérieur de 132mm.
- Tube étiré de diamètre intérieur 39 mm, d'épaisseur 1,5 mm et de longueur 4,7 m
- Embout de forme bombée présentant une extrusion centrale d'épaisseur 25 mm. Le diamètre intérieur est 39 mm et la longueur 25 mm.

La totalité des portions est assemblée par soudage bout à bout en pleine pénétration.

De manière répétée depuis l'origine, le composant porte-source n'a jamais été désolidarisé du composant doigt de gant durant l'exploitation de l'ensemble fonctionnel V7. L'ensemble fonctionnel est démonté du bloc pile d'une seule pièce et remonté d'une seule pièce.

2.2.2.2 Caractéristiques conception - fabrication

Aucune réglementation relative aux équipements sous pression n'a jusqu'à maintenant été applicable à ce composant tant d'un point de vue conception, fabrication ou exploitation.

La fabrication a été réalisée en conformité avec les spécifications de l'ILL.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 10/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

La dernière fabrication de ce composant a été réalisée par un sous-traitant usineur de l'ILL (BARRAS PROVENCE) en 1990.

2.2.3 Caractéristiques du composant tube intérieur porte-source

Le composant tube intérieur porte-source est réalisé en AG3net (5754, AlMg3). Sa présence cloisonne artificiellement le volume intérieur du porte-source pour permettre une circulation d'eau par convection dans le compartiment tube porte-source (cf paragraphe 2.2 alinéa 3). Il ne présente aucune paroi résistant à la pression. C'est réglementairement un interne du compartiment porte-source C9.

2.2.3.1 Caractéristiques physiques

Le composant est un élément tubulaire constitué d'une bride supérieure et d'un tube. Il est installé en position verticale dans le composant porte-source. (Voir plans Re9C70 P 035, Re9C70 P 036 pour ddg V7).

Il mesure un peu moins de 4,7 m pour un diamètre extérieur de 31 mm. Il est ouvert en extrémité inférieure. Il est raccordé en partie supérieure à la bride supérieure du composant porte-source.

La succession de portions est la suivante :

- Bride de liaison usinée, de 96 mm de diamètre intérieur (dans la partie la plus forte) et de 286,5 mm de longueur. Cette pièce présente de nombreux usinages nécessaires aux raccordements des fluides (eau légère, détection de fuite, ..) et à la manutention des sources.
- Tube étiré de diamètre intérieur 28 mm, d'épaisseur 1,5 mm et de longueur 4,68 m. Sur la paroi extérieure de ce tube, 3 pions de centrage fixes à 120° permettent de garantir la concentricité entre le tube porte-source et le tube intérieur du porte-source.

La totalité des portions est assemblée par soudage bout à bout en pleine pénétration, à l'exception des pions de centrage.

2.2.3.2 Caractéristiques conception - fabrication

Aucune réglementation relative aux équipements sous pression n'a jusqu'à maintenant été applicable à ce composant tant d'un point de vue conception, fabrication ou exploitation.

La fabrication a été réalisée en conformité avec les spécifications de l'ILL.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 11/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	

2.2.4 Caractéristiques des fluides en contact avec les compartiments

Le compartiment doigt de gant V7 est conditionné en permanence en pression d'hélium à 0,5 bar.

Le composant doigt de gant est une paroi séparatrice entre l'eau lourde du compartiment bloc pile BP (C11) et l'hélium.

Le compartiment porte-source V7 est continuellement rempli d'eau légère de la piscine.

La bride du composant tube porte-source qui constitue le compartiment C10 forme une paroi séparatrice entre l'eau légère de la piscine et les différents fluides du bloc pile et sous-ensemble tube d'irradiation.

2.2.4.1 Hélium

L'hélium utilisé pour le conditionnement du compartiment doigt de gant est issu d'une centrale de détente connectée à une rampe de bouteilles d'hélium industrielle. Cet hélium est approvisionné auprès du fournisseur Air Products par bouteilles B50. La qualité de gaz est « Hélium technique » 99,996% en conformité avec la spécification interne du producteur ($O_2 < 3\text{vpm}$ – $H_2O < 3\text{vpm}$ – $N_2 < 10\text{vpm}$).

Le conditionnement du compartiment doigt de gant est réalisé en tirant au vide le compartiment puis en le remplissant en hélium. Ce procédé permet de garantir que le compartiment doigt de gant est rempli à 100 % d'hélium avec très peu d'air résiduel si le compartiment avait été mis à l'air libre.

Le gaz hélium dans le compartiment doigt de gant est à la température d'équilibre de la paroi du doigt de gant et l'eau lourde dans laquelle il baigne. Cette température en service varie entre 20°C et 40°C.

2.2.4.2 Eau lourde

L'eau lourde mise en œuvre dans le compartiment bloc pile est de l'eau lourde déminéralisée.

La conductivité et le pH de l'eau sont contrôlés en permanence par des sondes. Ses caractéristiques sont : conductivité inférieure à $1,5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ et pH entre 4,6 et 5,6.

La turbidité et le titre de l'eau sont vérifiés de façon hebdomadaire. Les valeurs garanties sont $Al_2O_3 \leq 4\text{mg/l}$ et le titre $> 99,75\%$.

L'eau en contact avec le composant tube porte-source est à une température entre 20 et 50 °C en fonctionnement.

	Rapport RHF n° 495	Page : 12/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

2.2.4.3 Air du hall – Eau légère piscine

L'air du hall est de l'air ambiant traité par les centrales de la ventilation nucléaire.

Son hygrométrie est contrôlée et varie entre 30 et 60 % d'humidité.

Sa température varie peu en fonction des saisons. En fonctionnement, elle est comprise entre 20 et 23 °C.

L'eau de la piscine est de l'eau légère déminéralisée.

Ses caractéristiques physicochimiques sont contrôlées de manière hebdomadaire.

Les paramètres contrôlés sont les suivants :

Ph $4,5 < Ph < 6,5$

Conductivité $< 3\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$

2.3 Exploitation des compartiments

En fonctionnement normal, le compartiment doigt de gant (C9) est rempli d'hélium à une pression de 0,5 bar, et le compartiment tube porte-source (C10) est rempli d'eau légère. Une petite tuyauterie relie le compartiment doigt de gant à un dispositif de conditionnement hélium qui possède une détection de fuite par bougie (ddf N°21-30 tube N°18). En cas de fuite côté eau légère (piscine) ou eau lourde (bloc pile), la détection d'eau déclenche une alarme qui entraîne la mise en application de procédures particulières.

Une ronde hebdomadaire par les équipes de maintenance contrôle, sur le manomètre, la pression relative dans le doigt de gant.

2.4 Localisation des compartiments

Les compartiments se trouvent à l'intérieur du bâtiment réacteur, en partie dans la piscine réacteur et le niveau D du réacteur.

Seule une infime partie du bridage supérieur du tube d'irradiation est accessible en piscine au niveau du platelage.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 13/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

3 JUSTIFICATION DE L'INCAPACITE A REALISER LES ACTIONS REGLEMENTAIRES SUR LES COMPARTIMENTS

3.1 Contexte

Tel que déjà traité dans le document se rapportant à l'équipement « bloc pile », les textes réglementaires (AM ESPN de décembre 2005) s'appliquent à l'équipement multi compartiments « bloc pile ». Compte tenu de l'inadaptation de la réglementation à un tel équipement complexe et le fait que cet équipement soit un néo-soumis, l'ILL demande un aménagement pour le suivi en service de cet équipement et détaille ses demandes spécifiques par compartiment.

Nous reportons ainsi les exigences réglementaires sur les compartiments concernés, ici les compartiments doigt de gant V7-(C9) et tube porte-source V7-(C10).

En résumé, les gestes réglementaires sont :

- Une Inspection Périodique (IP) tous les 40 mois comportant les opérations de vérification externe de l'ESPN, de vérification interne du compartiment et de vérification et d'essais de fonctionnement de l'accessoire de sécurité installé sur le compartiment conformément à l'annexe 5 de l'arrêté ESPN et au POES.
- Une Requalification Périodique (RP) tous les dix ans comportant une inspection de requalification du compartiment, une épreuve hydraulique à PE=120% PS du compartiment et la vérification de l'accessoire de sécurité associé conformément à l'annexe 6 de l'arrêté ESPN.

3.2 Obstacles à la réalisation des actions réglementaires

3.2.1 Vérification externe

Ind. A | *Une vérification externe partielle des compartiments C7 et C9 en partie intérieure au bloc pile, réalisée au titre de la vérification intérieure du compartiment C11 et des parois séparatrices entre C7 et C11 et C9 et C11 est effectuée par le biais de moyens télévisuels lors de l'inspection annuelle du bloc pile. En effet, compte tenu de leur dimension, de leur géométrie et leur implantation dans le bloc pile, les surfaces séparatrices entre C7 et C11 et C9 et C11 ne sont pas visibles en totalité.*

3.2.2 Vérification interne

La vérification interne du compartiment nécessite un accès aux parois internes du compartiment. Ces parois ne sont pas accessibles pour les raisons suivantes :

- Structures très irradiantes imposant la création d'une zone rouge.

	Rapport RHF n° 495	Page : 14/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

- Présence d'éléments internes (tubulures) empêchant l'accès en visuel aux parois.
- Démontage des composants pièces de liaisons mécaniques lourd à mettre en œuvre en termes de dose intégrée, de délai, d'outillage, de réglage et de mise à disposition de l'installation.

3.2.3 Epreuve

L'épreuve du compartiment nécessite :

- Le remplissage du compartiment par de l'eau.
- Un examen visuel direct des parois sous pression lors du maintien sous pression.

L'épreuve du compartiment ne peut pas être mise en œuvre pour les raisons suivantes :

- La présence d'eau dans le compartiment doigt de gant est jugée inacceptable au regard des difficultés de reconditionnement en hélium du doigt de gant avant redémarrage de l'installation.
- La mise en eau individuelle des compartiments doigt de gant et tube porte-source pour la réalisation d'une épreuve est complexe.
- En cas d'épreuve, seule la paroi extérieure sous pression du composant doigt de gant pourra faire l'objet d'un examen télévisuel. Les parois du tube porte-source quant à elles, ne sont pas accessibles compte tenu qu'elles traversent la paroi du bloc pile et viennent se loger à l'intérieur du doigt de gant.

3.2.4 Conclusion partielle

Les obstacles à la mise en œuvre de certaines actions réglementaires sur le compartiment résultent d'impossibilités techniques liées aux caractéristiques du compartiment et de son environnement.

Le retrait des éléments internes conduit à la création d'une « zone rouge » dans toute l'aire correspondant au *platelage piscine* et interdit toute intervention humaine (*débit de dose estimé de l'ordre de 1000 mGy/h au platelage*), avec une forte prépondérance des gammas du *Co60* de période 5 ans.

Or, la durée typique des « grands arrêts d'hiver » utilisés pour les chantiers de maintenance est de 100 jours. Il est donc totalement illusoire en pratique, pour diminuer les contraintes radiologiques, d'utiliser la décroissance radioactive avant intervention lors de ces chantiers de maintenance.

Dans cette situation, les contraintes sont jugées inacceptables par l'exploitant.

Ind. A

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 15/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

4 ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE DEFAILLANCE

4.1 Facteur fabrication

L'équipement bloc pile et les composants que sont les dispositifs expérimentaux étaient en dehors du champ d'application des décrets du 2 avril 1926 et du 18 janvier 1943 puisque mettant en œuvre de l'eau tiède à 50 °C et des volumes en gaz à 1 bar.

L'équipement bloc pile est un ESPN néo-soumis à l'arrêté ESPN. Dans le cas du suivi en service de cet équipement, l'exploitant doit rassembler les documents reconstituant un dossier descriptif pour justifier les caractéristiques des équipements.

Pour l'équipement bloc pile et, en particulier, le compartiment doigt de gant, le dossier descriptif actuel comprend :

- Les plans de détails des composants doigt de gant, pièces de liaisons usinées.
- Une note de calcul d'origine réactualisée par l'exploitant prenant en compte les trois composants.
- Un dossier de fabrication du composant doigt de gant comprenant :
 - cahier de soudage,
 - certificat matière (Ag3net),
 - procès-verbaux de contrôle en fabrication (100% ressuage, 100% radiographie, essais de résistance mécanique, test d'étanchéité hélium, traitement de surface, ...).
 - Des spécifications d'équipements ILL pour la réalisation des composants doigt de gant et pièces de liaisons :
 - . Re 3C 53 S 1004 F
 - . Re 3C 53 S 1008 F
 - . Re 3C 53 S 1010 F
 - . Re 3C 53 S 1011 E
 - . Re 3C 53 S 1012 F
 - . Re 3C 53 S 1013 G
 - . Re 3C 53 S 1021 B
 - . Re 3C 53 S 1002 G
 - . Re 3C 53 S 1003 F
 - . Re 3C 53 S 1005 E

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 16/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	

Niveau de classement	Conditions à satisfaire	Choix
1	Equipement construit conformément à un code de construction ou à une norme harmonisée.	
2	Equipement construit conformément aux règles de l'art, ou éléments pertinents reconstitués par l'exploitant sur la base de données du fabricant, quel que soit le référentiel de construction.	X
3	Dossier de fabrication absent	
Niveau de classement final du facteur étudié		
2		

4.2 Facteur état

Le contrôle visuel des parois internes et externes de l'ensemble fonctionnel V7 (C9/C10) lors de sa dernière dépose n'a mis en évidence aucune dégradation.

Des contrôles visuels des pièces de liaisons usinées sont réalisés à chaque remplacement du composant doigt de gant. Aucune dégradation n'a été mise en évidence.

L'ensemble fonctionnel porte-source V7-(C9/C10) a été installé pour la dernière fois en 2010. A l'heure d'aujourd'hui, aucune durée de vie ne lui est attribuée, car son remplacement est conditionné aux résultats de son contrôle visuel extérieur annuel. Dans un souci de pragmatisme et de standardisation des pratiques ESPN, il est donc prévu de fixer dorénavant une durée de vie de 2670 JEPP à cet ensemble fonctionnel, en cohérence avec le retour d'expérience acquis sur cet équipement.

Niveau de classement	Conditions à satisfaire	Choix
1	1°Equipement ne présentant aucune dégradation OU 2°Equipement présentant des dégradations pour lesquelles l'exploitant peut garantir de façon certaine que leur évolution en service, estimée de façon conservative, permet de maintenir les marges de sécurité du même ordre de grandeur que celles présentent à la conception OU 3°Equipement sensible à des modes de dégradation ou de vieillissement dont l'exploitant peut justifier qu'ils ont été spécifiquement pris en compte à la conception et garantir que leur évolution en service, estimée de façon conservative, reste couvert par les hypothèses considérées à la conception	X

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 17/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

2	<p>Equipement non classé niveau 1 et présentant des dégradations pour lesquelles l'exploitant considère que leur évolution en service, estimée de façon conservatrice, confèrera à l'équipement, à la fin de sa durée de fonctionnement prévue, une résistance du même ordre de grandeur que la résistance minimale définie à la conception, dans le respect des marges de sécurité.</p>	
3	<p>Equipement présentant des dégradations pour lesquelles l'exploitant ne peut garantir que leur évolution en service, estimée de façon conservatrice, confèrera à l'équipement une résistance au moins égale à la résistance minimale définie à la conception, dans le respect des marges de sécurité, à la fin de sa durée de fonctionnement prévue.</p>	
Niveau de classement final du facteur étudié		
1		

4.3 Facteur dégradation

Ind. A

Le retour d'expérience par l'ILL de l'exploitation des compartiments doigts de gant est important. De façon globale, un composant doigt de gant est remplacé chaque année. Cette fréquence et le nombre d'années d'exploitation (43 ans) nous permettent de considérer ce REX comme représentatif des dégradations rencontrées. *Or, ceux-ci sont parfaitement représentatifs : même matière, mêmes fluides interne et externe, même température, conduisant donc aux mêmes modes de dégradation potentiels.*

L'étude des modes de dégradation déroulée ci-après, concerne à la fois le compartiment doigt de gant et le compartiment tube porte-source.

4.3.1 Modes de dégradation

Les modes de dégradation pris en considération pour cette étude sont au minimum ceux décrits au §2 de l'annexe 1 de l'AM du 12/12/2005 :

- Fatigue thermique oligocyclique ou à grand nombre de cycles.
- Comportements thermiques différents des matériaux soudés ensemble.
- Fatigue vibratoire.
- Pics locaux de pression.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 18/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

- Fluage.
- Concentrations de contraintes.
- Phénomènes de corrosion localisée et généralisée.
- Phénomènes thermo hydrauliques locaux nocifs.
- Vidange de l'équipement en cas de rupture de tuyauterie.
- Effets de l'irradiation sur le matériau.

4.3.1.1 Fatigue thermique

Ind. A | Les variations de température du compartiment (entre 20 et 50 °C, *température moyenne de la partie du doigt de gant dans le bloc pile, avec un maximum de 80 °C très localement réacteur en fonctionnement*) ont lieu lors des phases transitoires de démarrage et d'arrêt du réacteur. Pendant le fonctionnement, il n'y a pas de cyclage significatif de la température, le compartiment baignant dans l'eau lourde issue du combustible sans mélange d'eau. L'hélium dans le compartiment est en équilibre thermique avec les structures.

Le réacteur fonctionne par cycle de 50 jours à raison d'une moyenne de 4 cycles par an.

La probabilité d'apparition d'une dégradation selon ce mode est faible.

4.3.1.2 Comportements thermiques différents des matériaux soudés ensemble

Les soudures réalisées sur ce compartiment sont des soudures homogènes Ag3net.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

4.3.1.3 Fatigue vibratoire

Les phénomènes vibratoires ont été étudiés à l'origine et lors de la re-fabrication de l'équipement bloc pile en 1994. Une maquette thermo-hydraulique a permis de vérifier les hypothèses et confirmer les résultats obtenus par calcul.

Lors de la mise en service du bloc pile en 1995, des mesures ont été réalisées sur des compartiments doigts de gant instrumentés afin de valider que les effets vibratoires étaient négligeables. (Rapport de Sureté RdS 2003, §233.6.3 point I et § 233.7.2.1).

La probabilité d'apparition d'une dégradation selon ce mode est faible.

4.3.1.4 Pics locaux de pression

La pression à l'intérieur du compartiment ne varie pas puisqu'en fonctionnement le volume est fermé et statique.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

	Rapport RHF n° 495	Page : 19/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

4.3.1.5 Fluage

La température de fonctionnement du compartiment doigt de gant est à la limite du seuil de température du fluage négligeable selon le RCC-Mx 2008 ou RCC-MRx 2012.

Selon des études thermodynamiques, une zone, de surface restreinte, du composant doigt de gant fonctionne à des températures supérieures à 50 °C et inférieures à 80 °C. Cette zone se situe dans la partie du doigt de gant peu chargée puisqu'en porte-à-faux libre.

La probabilité d'apparition d'une dégradation selon ce mode est faible.

4.3.1.6 Concentrations de contraintes

Les concentrations de contraintes se produisent au voisinage d'un accident géométrique. La forme des composants du compartiment doigt de gant est simple et régulière. Les contraintes dues aux situations de fonctionnement sont faibles.

La probabilité d'apparition d'une dégradation selon ce mode est faible.

4.3.1.7 Phénomènes de corrosion localisée et généralisée

Le compartiment doigt de gant est continûment rempli d'hélium pur dont les caractéristiques sont telles qu'aucun phénomène de dégradation ne peut se produire.

Le composant doigt de gant en Ag3net est en contact avec l'eau lourde. L'aluminium est décapé passivé lors de la fabrication du composant permettant de considérer que la corrosion généralisée est négligeable.

La probabilité d'apparition d'une dégradation selon ce mode est faible.

4.3.1.8 Phénomènes thermo-hydrauliques locaux nocifs

Il n'y a pas de circulation de gaz à l'intérieur du compartiment.

La circulation de l'eau lourde dans le compartiment bloc pile BP a fait l'objet d'étude, de simulations et de maquettes. Le flux d'eau est tranquilisé grâce au composant interne « grille rabattue » en partie basse du cône du compartiment bloc pile BP. La vitesse de circulation de l'eau autour des composants doigts de gant est inférieure à 0,5 m/s.

La probabilité d'apparition d'une dégradation selon ce mode est faible.

4.3.1.9 Vidange de l'équipement en cas de rupture de tuyauterie

La vidange de l'équipement en cas de rupture de tuyauterie n'a pas d'incidence sur le compartiment.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495						Page : 20/33				
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)									Ind. A	

4.3.1.10 Vieillessement du matériau sous irradiation

Le vieillissement de l'AG3net sous flux conduit à une modification notable des caractéristiques mécaniques du matériau. A partir d'une fluence très importante (2.10^{23} n.cm⁻²), la migration des atomes de silicium dans la matrice aluminium aux joints de grains peut conduire à un risque de corrosion inter-cristalline en milieu aqueux. A l'ILL, le retour d'expérience nous permet d'avoir des données jusqu'à $3,2.10^{23}$ n/cm² sur le comportement maîtrisé de l'AG3net.

Contrairement aux doigts de gant horizontaux qui ont une importance sûreté vis-à-vis du dénoyage du cœur, les doigts de gant verticaux n'ont qu'un impact sûreté très faible. Dans ce cadre-là, la fluence admise pour ces doigts de gant est supérieure à celle des doigts de gant horizontaux.

La connaissance fine par l'ILL des flux de neutrons et de leur spectre permet de suivre de façon relativement précise la fluence de la partie la plus exposée du composant doigt de gant.

Les composants seront remplacés avant d'atteindre la limite de 3.10^{23} n/cm².

4.3.2 Analyse du facteur relatif aux dégradations auxquelles le compartiment est potentiellement sensible

L'analyse de ce facteur est réitérée pour chaque mode de dégradation retenu.

L'exploitation de ce compartiment est maîtrisée (fluide, pression, température, fluence).

Les inspections réalisées sur le compartiment sont partielles puisqu'un petit pourcentage de la surface extérieure est vérifié. Aucune vérification intérieure n'est réalisée pendant sa durée de vie en exploitation.

Fatigue thermique	Inspections adéquates			Inspections pas totalement adéquates			Absence d'inspection		
	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort
Probabilité apparition dégradation									
Maîtrisée	1	1	2	1	3	3	2	3	3
Non-Maîtrisée	1	2	2	2	3	3	3	3	3

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)**

Ind. A

Fatigue vibratoire	Inspections adéquates			Inspections pas totalement adéquates			Absence d'inspection		
	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort
Probabilité apparition dégradation									
Maîtrisée	1	1	2	1	3	3	2	3	3
Non-Maîtrisée	1	2	2	2	3	3	3	3	3

Fluage	Inspections adéquates			Inspections pas totalement adéquates			Absence d'inspection		
	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort
Probabilité apparition dégradation									
Maîtrisée	1	1	2	1	3	3	2	3	3
Non-Maîtrisée	1	2	2	2	3	3	3	3	3

Concentration de contrainte	Inspections adéquates			Inspections pas totalement adéquates			Absence d'inspection		
	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort
Probabilité apparition dégradation									
Maîtrisée	1	1	2	1	3	3	2	3	3
Non-Maîtrisée	1	2	2	2	3	3	3	3	3

Corrosion	Inspections adéquates			Inspections pas totalement adéquates			Absence d'inspection		
	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort
Probabilité apparition dégradation									
Maîtrisée	1	1	2	1	3	3	2	3	3
Non-Maîtrisée	1	2	2	2	3	3	3	3	3

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)**

Ind. A

Phénomènes locaux	Inspections adéquates			Inspections pas totalement adéquates			Absence d'inspection		
	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort
Probabilité apparition dégradation									
Maîtrisée	1	1	2	1	3	3	2	3	3
Non-Maîtrisée	1	2	2	2	3	3	3	3	3

Irradiation matériau	Inspections adéquates			Inspections pas totalement adéquates			Absence d'inspection		
	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort
Probabilité apparition dégradation									
Maîtrisée	1	1	2	1	3	3	2	3	3
Non-Maîtrisée	1	2	2	2	3	3	3	3	3

4.4 Résultat probabilité de défaillance

Conformément au §2.2.4 du courrier CODEP-DEP-2013-034129, le risque de défaillance à retenir est le maximum des résultats obtenus pour le facteur fabrication, le facteur état et le facteur dégradation.

Rappel des cotations obtenues :

- Facteur fabrication : 2
- Facteur état : 1
- Facteur dégradation : 2

Le résultat de la probabilité de défaillance est un risque de défaillance moyen.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 23/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

5 EQUIVALENCE DU NIVEAU DE SECURITE DES COMPARTIMENTS PAR RAPPORT A CELUI QUI SERAIT ETABLI PAR REALISATION DES MESURES DE DROIT COMMUN

5.1 Préambule

Comme indiqué dans le courrier CODEP-DEP-2013-034129 au §2.3.1, la méthode développée et proposée par le groupe d'exploitants est jugée acceptable par l'ASN pour justifier d'un niveau de sécurité au moins équivalent à l'application des mesures strictement réglementaires.

Cette méthode de cotation est présentée en annexe du courrier COR ARV 3SE INS 13-003 du groupe inter-exploitants AREVA/CEA/EDF/ILL/ITER.

L'ensemble des modes de dégradation inventoriés précédemment conduit globalement à quatre phénomènes de dégradation :

- La fissuration amorcée en surface extérieure
- La fissuration amorcée en surface intérieure
- La perte d'épaisseur amorcée en surface extérieure
- La perte d'épaisseur amorcée en surface intérieure

Vis-à-vis de chacun des 4 phénomènes de dégradation listés, la somme des performances globales des gestes retenus (gestes réglementaires GR effectués le cas échéant + gestes compensatoires GC effectués) doit être supérieure ou égale à la somme des performances globales obtenue par application de la réglementation (annexes 5 et 6 de l'arrêté ESPN) diminuée des performances globales des dispositions préventives DP.

$$\sum PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisé})} \geq \sum PG_{GR} - \sum PG_{DP}$$

L'application de cette méthode permet de déterminer et d'obtenir par application des gestes compensatoires, un niveau de sécurité au moins égal à celui obtenu par application des dispositions réglementaires.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 24/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	

5.2 Performances gestes réglementaires

Les performances des gestes réglementaires (GR) sont établies par l'utilisation du tableau 5.1 de l'annexe 1 du courrier COR ARV 3SE INS 13-003.

Tableau 1	Détection fissuration externe	Détection fissuration interne	Détection perte épaisseur externe	Détection perte épaisseur interne
GR1 : vérification extérieure des récipients 40 mois en IP, 120 mois en RP ($\alpha=2$)	PI1=3 PG1=6	PI2=1 PG2=2	PI3=4 PG3=8	PI4=1 PG4=2
GR2 : vérification intérieure des récipients 40 mois en IP, 120 mois en RP ($\alpha=2$)	PI1=1 PG1=2	PI2=3 PG2=6	PI3=1 PG3=2	PI4=4 PG4=8
GR3 : Epreuve hydraulique décennale 1,2PS des récipients ($\alpha=1$)	PI1=2 PG1=2	PI2=2 PG2=2	PI3=2 PG3=2	PI4=2 PG4=2
Σ PG				
Récipient à IP à 40 mois et RP à 10 ans	Σ PG1 _{GR} =10	Σ PG2 _{GR} =10	Σ PG3 _{GR} =12	Σ PG4 _{GR} =12

Les actions réglementaires identifiées comme ne pouvant pas être réalisées sur le compartiment considéré sont :

- Vérification intérieure 40 mois (GR2)
- Epreuve hydraulique décennale (GR3)

La réalisation du geste réglementaire GR1 à un compartiment est soumise à une interprétation délicate. La surface extérieure peut être celle de l'équipement ou celle du compartiment. D'une manière conservatrice, nous ne valorisons pas les vérifications externes dans l'application de la méthode au compartiment.

5.2.1 Performances gestes compensatoires

Les gestes compensatoires identifiés au tableau 6 de l'annexe 1 du courrier COR ARV 3SE INS 13-003 et retenus par l'ILL pour ce compartiment sont :

- | | |
|--------|---|
| Ind. A | <ul style="list-style-type: none"> • <i>GC1 : suivi permanent des paramètres physiques internes (pression, présence d'eau, température). Le volume est isolé en exploitation et par conséquent, aucun échange n'est possible avec d'autres volumes. Le compartiment est instrumenté pour suivre sa pression interne en permanence. Un seuil de pression mini est</i> |
|--------|---|

Ind. A

retransmis en salle de contrôle. La détection de présence d'eau est elle réalisée par des sondes déclenchant une alarme retransmise à la salle de contrôle. La température est elle fixée par l'eau lourde dans laquelle le composant doit de gant baigne. Elle est suivie en permanence par la salle de contrôle, celle-ci étant une mesure importante pour la conduite du réacteur. En cas de dépassement des limites d'exploitation, les défauts sont transmis en salle de contrôle. Ces suivis permanents de paramètres physiques nous garantissent la détection d'une fuite de l'enceinte sous pression en fonctionnement.

- GC2 : Test d'étanchéité par suivi de pression interne. *De façon périodique, avant chaque démarrage du réacteur (2 à 4 fois par an), un test d'étanchéité par suivi de l'évolution de pression sur un temps déterminé est réalisé sur le compartiment.*

Tableau 2

	Détection fissuration externe	Détection fissuration interne	Détection perte épaisseur externe	Détection perte épaisseur interne
GC1 : suivi permanent des paramètres physiques internes	PI1=1 PG1=4	PI2=1 PG2=4	PI3=1 PG3=4	PI4=1 PG4=4
GC2 : Test d'étanchéité par suivi de pression interne	PI1=1 PG1=4	PI2=1 PG2=4	PI3=1 PG3=4	PI4=1 PG4=4
Σ PG _{GC} proposés	Σ PG1 _{GC} =8	Σ PG2 _{GC} =8	Σ PG3 _{GC} =8	Σ PG4 _{GC} =8

5.2.2 Performances des dispositions préventives

Les dispositions préventives identifiées au tableau 7 de l'annexe 1 du courrier COR ARV 3SE INS 13-003 et retenues par l'ILL pour ce compartiment sont :

- DP1 :
 - Doigt de gant : *Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide interne. Le fluide intérieur du compartiment est un gaz inerte et pur, analysé avant chaque cycle et ses caractéristiques intrinsèques nous garantissent son innocuité vis-à-vis de la perte d'épaisseur en surface interne. Une fois le compartiment conditionné avec ce gaz, il est isolé sur lui-même et son étanchéité est surveillée de façon permanente par le suivi des pressions. Les caractéristiques chimiques du fluide ne peuvent évoluer sans perte d'étanchéité (gaz neutre). L'évolution des caractéristiques chimiques est donc connue à tout moment. C'est bien, par conséquent, un suivi permanent et particulier de ces caractéristiques qui est réalisé.*

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)**

Ind. A

Ind. A

- Tube porte-source : Maitrise des caractéristiques chimiques du fluide interne. Le fluide intérieur au compartiment tube porte-source est l'eau légère de la piscine dont les caractéristiques sont maîtrisées et contrôlées *en permanence en particulier la mesure de la conductivité de l'eau déminéralisée (mesure en piscine et sur l'échangeur), conformément à la RGE n° 0. Ces informations sont reportées sur le TCMS, en salle de contrôle. Les agents de quart les relèvent également à chaque poste. Enfin, un contrôle indépendant du pH et de la conductivité est effectué chaque semaine par le chimiste de la DRe. D'autre part, chaque semaine également, une analyse radiologique est effectuée par le service de radioprotection et de surveillance de l'environnement. Cette analyse, par spectrométrie gamma, est de fait équivalente à une analyse par activation, donc extrêmement sensible. Elle permet de contrôler, à très bas niveau, la pureté de l'eau déminéralisée. Aucune perte d'épaisseur n'est attendue.*
- DP2
 - Doigt de gant : Maitrise des caractéristiques chimiques du fluide externe. *Le fluide extérieur au compartiment doigt de gant est l'eau lourde du compartiment bloc pile dont les caractéristiques sont maîtrisées et contrôlées en permanence, en particulier la mesure du pH et de la conductivité de l'eau lourde, conformément à la RGE n° 0. Ces informations sont reportées sur le système de traitement des alarmes, en salle de contrôle, sur la Baie de Signalisation BS5 bloc 1 verrines 14 et 7. Les agents de quart les relèvent également à chaque poste. Enfin un contrôle indépendant du pH et de la conductivité est effectué chaque semaine par le chimiste de la DRe. D'autre part, chaque semaine également, une analyse radiologique est effectuée par le service de radioprotection et de surveillance de l'environnement. Cette analyse, par spectrométrie gamma, est de fait équivalente à une analyse par activation, donc extrêmement sensible. Elle permet de contrôler, à très bas niveau, la pureté de l'eau lourde. Aucune perte d'épaisseur n'est attendue.*
 - Tube porte-source : *Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide externe Le fluide extérieur du compartiment est un gaz inerte et pur, analysé avant chaque cycle et ses caractéristiques intrinsèques nous garantissent son innocuité vis-à-vis de la perte d'épaisseur en surface externe. Une fois le compartiment doigt de gant conditionné avec ce gaz, il est isolé sur lui-même et son étanchéité est surveillée de façon permanente par le suivi des pressions. Les caractéristiques chimiques du fluide ne peuvent évoluer sans perte d'étanchéité (gaz neutre). L'évolution des caractéristiques chimiques est donc connue à tout moment. C'est bien*

	Rapport RHF n° 495	Page : 27/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

par conséquent un suivi permanent et particulier de ces caractéristiques qui est réalisé.

- Ind. A |
- DP3 : Retour d'expérience et étude d'expert (*rapport RHF n° 516*) montrant qu'aucun phénomène de dégradation non maîtrisé n'est à craindre. Depuis l'origine du réacteur (1ère divergence en 1971), la conception et la réalisation de ces compartiments sont identiques et les conditions d'exploitation du réacteur sont les mêmes. A chaque remplacement de l'ensemble fonctionnel, une inspection minutieuse des faces internes et externes des composants sera réalisée en cours de découpe. Aucune dégradation n'a aujourd'hui été observée.

Tableau 3

	Détection fissuration externe	Détection fissuration interne	Détection perte épaisseur externe	Détection perte épaisseur interne
DP1 : maîtrise des caractéristiques chimique du fluide interne	PG1=0	PG2=0	PG3=0	PG4=3
DP2 : maîtrise des caractéristiques chimique du fluide externe	PG1=0	PG2=0	PG3=3	PG4=0
DP3 Retour d'expérience et étude d'expert montrant qu'aucun phénomène de dégradation non maîtrisé n'est à craindre	PG1=3	PG2=3	PG3=3	PG4=3
Σ PG _{D^P} proposés	Σ PG _{1DP} =3	Σ PG _{2DP} =3	Σ PG _{3DP} =6	Σ PG _{4DP} =6

5.3 Analyses des performances et des niveaux de sécurité

L'analyse des niveaux de sécurité apportés par les dispositions retenues (exigences réglementaires conservées + dispositions compensatoires effectuées) sont à comparer avec les niveaux de sécurité apportés par application de la réglementation (exigences réglementaires strictes) diminués des dispositions préventives.

Cette inégalité à respecter peut se présenter sous la forme suivante :

$$\sum PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisé})} \geq \sum PG_{GR} - \sum PG_{DP}$$

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 28/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	

5.3.1 Performances des dispositions retenues

Dans une première approche, nous considérons qu'aucun geste réglementaire ne peut être réalisé.

Tableau 4

	Détection fissuration externe	Détection fissuration interne	Détection perte épaisseur externe	Détection perte épaisseur interne
GR réalisés	PG1=0	PG2=0	PG3=0	PG4=0
GC proposés (tableau 2)	PG1 _{GC} =8	PG2 _{GC} =8	PG3 _{GC} =8	PG4 _{GC} =8
Σ PG (GC proposés+GR réalisés)	PG1=8	PG2=8	PG3=8	PG4=8

5.3.2 Performances des dispositions réglementaires diminuées des dispositions préventives

Tableau 5

	Détection fissuration externe	Détection fissuration interne	Détection perte épaisseur externe	Détection perte épaisseur interne
GR (tableau 1)	PG1 _{GR} =10	PG2 _{GR} =10	PG3 _{GR} =12	PG4 _{GR} =12
DP proposés (tableau 3)	PG1 _{DP} =3	PG2 _{DP} =3	PG3 _{DP} =6	PG4 _{DP} =6
Σ PG _{GR} - Σ PG _{DP}	PG1=7	PG2=7	PG3=6	PG4=6

5.3.3 Comparaisons des performances

Cette comparaison est faite par phénomène de dégradation :

- Détection fissuration externe : $PG_{(GC\ proposés+GR\ réalisés)} = 8 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = 7$
- Détection fissuration interne : $PG_{(GC\ proposés+GR\ réalisés)} = 8 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = 7$
- Détection perte épaisseur externe : $PG_{(GC\ proposés+GR\ réalisés)} = 8 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = 6$
- Détection perte épaisseur interne : $PG_{(GC\ proposés+GR\ réalisés)} = 8 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = 6$

Les inéquations sont respectées et valident que les dispositions retenues apportent un niveau de sécurité au moins équivalent aux exigences de l'arrêté.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 29/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	

5.3.4 Conclusion niveau de sécurité

L'estimation de probabilité de défaillance obtenue pour notre compartiment est évaluée à un niveau « moyen ».

Le paragraphe 2.3.3 du courrier ASN CODEP-DEP-2013-034129 demande que l'exploitant justifie que la méthode est adaptée au compartiment considéré et particulièrement que les modes de dégradation considérés pour l'équipement ne conduisent pas à d'autres effets que ceux pris en compte dans la méthode.

Ind. A | *Le rapport d'expert RHF n° 516, compte tenu de la limitation de la durée de vie de ces compartiments à 2670 JEPP, imposé par l'ILL, permet de justifier que les modes de dégradation considérés pour l'équipement ne conduisent pas à d'autres effets que ceux pris en compte dans la méthode, et donc de justifier que cette méthode est bien adaptée.*

5.4 Evaluation des conséquences de défaillance

La rupture de l'ensemble fonctionnel V7 est prise en compte dans le rapport de sureté de l'ILL, et conduit à une catégorie de dimensionnement CFC basée sur un scénario de double défaillance qui n'est pas jugé raisonnablement prévisible.

La pressurisation du compartiment doigt de gant est un moyen de mitigation des conséquences de la défaillance du composant, mise en œuvre après quelques années de fonctionnement du réacteur.

5.4.1 Facteur conséquence sur les travailleurs

Deux cas peuvent être pris en considération :

- Défaillance du composant doigt de gant : cette défaillance conduit à l'entrée d'eau lourde dans le compartiment doigt de gant. Si la fuite est faible (piqûre ou fissure traversante), l'eau va s'accumuler dans le nez, la partie la plus basse. Si la fuite est importante, l'eau va possiblement monter dans le doigt de gant et transitera dans la tuyauterie reliant le compartiment au réservoir de collecte des fuites. La présence d'eau dans le réservoir est détectée par les bougies qui déclencheront une alarme.

La défaillance ne conduit pas au déversement du fluide radioactif dans le hall réacteur et par conséquent, n'a aucune conséquence sur les travailleurs.

- Défaillance du composant tube porte-source : cette défaillance conduit à l'entrée d'eau légère dans le compartiment doigt de gant. Si la fuite est faible (piqûre ou fissure traversante), l'eau va s'accumuler dans le nez, partie la plus basse. Si la

 <p>NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR</p>	Rapport RHF n° 495	Page : 30/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

fuite est importante, l'eau va possiblement monter dans le doigt de gant et transitera dans la tuyauterie reliant le compartiment au réservoir de collecte des fuites. La présence d'eau dans le réservoir est détectée par les bougies qui déclencheront une alarme.

La défaillance ne conduit pas au déversement du fluide dans le hall réacteur et par conséquent, n'a aucune conséquence sur les travailleurs.

5.4.2 Facteur conséquence sur l'environnement

Aucune des défaillances ne conduit à un rejet de fluide radioactif vers l'extérieur.

5.4.3 Facteur conséquence sur d'autres EIP

La défaillance du compartiment n'a aucune conséquence mécanique sur d'autres EIP compte tenu du fait de la localisation du compartiment et l'absence d'EIP dans son environnement proche.

En cas de défaillance, le remplacement de l'hélium par de l'eau lourde dans le compartiment doigt de gant n'entraîne pas de perte de maîtrise de la réactivité du cœur. Voir fiche CFC.R.6 pour l'étude sureté de cette situation.

	Rapport RHF n° 495	Page : 31/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

6 CONCLUSIONS

La démarche présentée ci-avant s'appuyant sur la méthodologie proposée par l'ASN dans son courrier CODEP-DEP-2013-034129 nous permet de demander des conditions particulières d'application du titre III du décret 99-1046 au récipient « bloc pile » et ses compartiments tubes d'irradiation V4 (C7/C8) et V7 (C9/C10).

Ind. A *En pratique, ces aménagements sont rappelés ci après en trois types d'opération :*

- *Opérations d'exploitation, d'entretien et de surveillance,*
- *Inspections périodiques sous la responsabilité de l'exploitant,*
- *Requalifications périodiques sous la responsabilité d'un OHA.*

Opérations d'exploitation, d'entretien et de surveillance

Les POES mis en œuvre prennent notamment en compte les éléments d'engagement pris dans le présent RHF 495 Ind. A. Pour rappel, les opérations particulières proposées sont :

- *Suivi permanent des paramètres physiques internes des compartiments C7 et C9 : mesure de pression interne, détection de la présence d'eau éventuelle et mesure de température ;*
- *Test d'étanchéité par suivi de la pression interne avant chaque cycle ;*
- *Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide interne aux compartiments C7, C8 et C9, C10 ;*
- *Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide externe aux compartiments C7, C8 et C9, C10 ;*
- *Maitrise et maintien des paramètres d'exploitation permettant de garantir le respect des plages de fonctionnement prises en compte dans l'étude d'expert ;*
- *Limitation volontaire de la durée de vie des compartiments à 2670 JEPP avec une inspection interne et externe des parois de celui-ci ainsi que des mesures d'épaisseurs lors de sa découpe en cellule chaude afin de compléter le dossier de retour d'expérience de ces compartiments.*

L'ensemble de ces données est classé et archivé dans le dossier d'exploitation.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 32/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

Ind. A

Inspections périodiques sous la responsabilité de l'exploitant

Les inspections périodiques, compte tenu de notre évaluation des mécanismes d'endommagement possibles et de notre REX pour les compartiments C7, C8 et C9, C10, seront réalisées avec une périodicité fixée à 40 mois. L'inspection périodique sera réalisée sous la responsabilité de l'exploitant et comprendra :

- *Une vérification externe partielle des compartiments C7 et C9 en partie intérieure au bloc pile, réalisée au titre de la vérification intérieure du compartiment C11 et des parois séparatrices entre C7 et C11 et C9 et C11.*

Requalifications périodiques sous la responsabilité d'un OHA

L'intervalle des requalifications périodiques concernant l'équipement « bloc pile » multi-compartiments, ne contenant pas de fluide toxique ou corrosif pour les parois est fixé à 10 ans. La requalification périodique sera réalisée sous la responsabilité d'un OHA et comprendra entre autre, pour ce qui concerne les compartiments C7, C8 et C9, C10 :

- *Une vérification externe partielle des compartiments C7 et C9 en partie intérieure au bloc pile, réalisée au titre de la vérification intérieure du compartiment C11 et des parois séparatrices entre C7 et C11 et C9 et C11.*
- *La vérification des éléments définis dans le présent document (RHF 495) concernant :*
 - *Demandes de dispenses de gestes réglementaires pour :*
 - *Vérifications externes tous les 40 mois des compartiments C8 et C10 ;*
 - *Vérifications internes tous les 40 mois des compartiments C7, C8 et C9, C10 ;*
 - *Vérifications externes tous les 120 mois des compartiments C8 et C10 ;*
 - *Vérifications internes tous les 120 mois des compartiments C7, C8 et C9, C10 ;*
 - *Epreuve hydraulique tous les 120 mois des compartiments C7 et C9.*

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 495	Page : 33/33
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C7/C8 ET C9/10 (TUBES D'IRRADIATION V4 ET V7)	Ind. A

Ind. A

- *Respect des conditions particulières proposées en regard des dispenses ci-dessus :*
 - *Suivi permanent des paramètres physiques internes des compartiments C7 et C9 : mesure de pression interne, détection de la présence d'eau éventuelle et mesure de température ;*
 - *Test d'étanchéité par suivi de la pression interne avant chaque cycle ;*
 - *Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide interne aux compartiments C7, C8 et C9, C10 ;*
 - *Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide externe aux compartiments C7, C8 et C9, C10 ;*
 - *Maitrise et maintien des paramètres d'exploitation permettant de garantir le respect des plages de fonctionnement prises en compte dans l'étude d'expert ;*
 - *Limitation volontaire de la durée de vie des compartiments à 2670 JEPP avec une inspection interne et externe des parois de celui-ci ainsi que des mesures d'épaisseurs lors de sa découpe en cellule chaude afin de compléter le dossier de retour d'expérience de ces compartiments.*
- *La vérification de l'adéquation et de l'existence du POES pour les compartiments C7, C8 et C9, C10 et pour les autres compartiments de l'équipement « bloc pile » impactés (C11, ...).*
- *La vérification de la présence des éléments de preuve attendus par le RHF 495 Ind. A et les POES dans le dossier d'exploitation.*