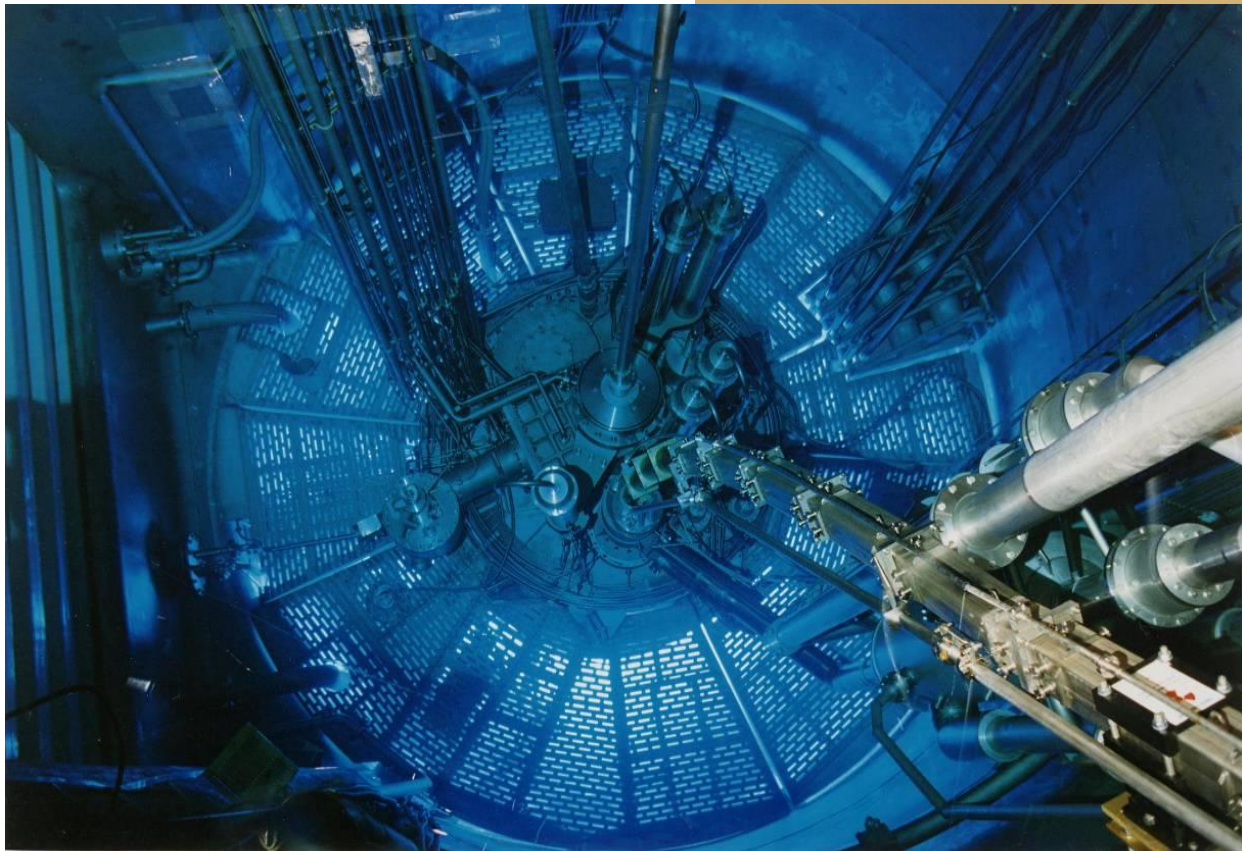


**Définition de conditions particulières
d'application du titre III du décret 99-1046
pour les compartiments du bloc pile C28 à C35
(Doigt de gant H1H2)**





NEUTRONS
FOR SCIENCE
DIVISION REACTEUR

Rapport RHF n° 512

Page : 2/49

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)**

Ind. A

Champ d'application et résumé

Historique des évolutions

Indice	Date	Références	Commentaires/objet des évolutions d'indice
0	09/10/2014	DRe FG/gl 2014-0774	Création du document
A	20/01/2015	DRe BD/gl 2015-0046	Prise en compte du courrier électronique du 15/10/2014

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° 512	Page : 3/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

TABLE DES MATIERES

1	PREAMBULE/OBJECTIFS.....	5
2	DESCRIPTION DES COMPARTIMENTS.....	5
2.1	Rôle des compartiments.....	5
2.2	Caractéristiques des 8 compartiments de l'ensemble fonctionnel carter et fourrure doigt de gant H1-H2.....	7
2.2.1	Caractéristiques des composants doigts de gant H1-H2	18
2.2.2	Caractéristiques des fluides en contact avec les compartiments	22
2.3	Exploitation des compartiments.....	24
2.4	Localisation des compartiments	27
3	JUSTIFICATION DE L'INCAPACITE A REALISER LES ACTIONS REGLEMENTAIRES SUR LES COMPARTIMENTS.....	27
3.1	Contexte.....	27
3.2	Obstacles à la réalisation des actions réglementaires	28
3.2.1	Vérification externe	28
3.2.2	Vérifications internes.....	28
3.2.3	Epreuves.....	29
4	ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE DEFAILLANCE	31
4.1	Facteur fabrication	31
4.2	Facteur état.....	32
4.3	Facteur dégradation	33
4.3.1	Modes de dégradation.....	33
4.3.2	Analyse du facteur relatif aux dégradations auxquelles les compartiments sont potentiellement sensibles	36
4.4	Résultat probabilité de défaillance.....	38
5	EQUIVALENCE DU NIVEAU DE SECURITE DES COMPARTIMENTS PAR RAPPORT A CELUI QUI SERAIT ETABLI PAR REALISATION DES MESURES DE DROIT COMMUN	39
5.1	Préambule.....	39
5.2	Performances gestes réglementaires	39
5.2.1	Performances gestes compensatoires	40
5.2.2	Performances des dispositions préventives.....	41
5.3	Analyses des performances et des niveaux de sécurité	43

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 4/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

5.3.1	Performances des dispositions retenues	43
5.3.2	Performances des dispositions réglementaires diminuées des dispositions préventives.....	44
5.3.3	Comparaisons des performances.....	44
5.3.4	Conclusion niveau de sécurité.....	44
5.4	Evaluation des conséquences de défaillance	45
5.4.1	Facteur conséquence sur les travailleurs	45
5.4.2	Facteur conséquence sur l'environnement.....	46
5.4.3	Facteur conséquence sur d'autres EIP.....	46
6	CONCLUSIONS	47

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 5/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

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 le cas particulier des 8 compartiments qui composent le sous ensemble fonctionnel « Carter et fourrure doigt de gant H1-H2 ».

Il consigne l'analyse réglementaire et technique permettant de déterminer les mesures à mettre en œuvre et pour compenser la non réalisation de certaines dispositions réglementaires de l'arrêté du 12/12/2005 relatif aux ESPN, pour ces compartiments.

2 DESCRIPTION DES COMPARTIMENTS

L'ensemble fonctionnel carter et fourrure doigt de gant H1-H2 est constitué de 2 gros composants que sont le « carter doigt de gant H1H2 » sur lequel sont soudés les nez des doigts de gant et la « fourrure doigt de gant H1H2 ». Ces éléments sont construits, installés, exploités et démantelés ensemble et constituent ce qui est communément appelé le « doigt de gant H1H2 ». L'ensemble est formé de plusieurs cavités ayant chacune une utilité fonctionnelle différente et indépendante. Ces volumes sont aujourd'hui réglementairement des compartiments indissociables les uns des autres.

Ce document traite par conséquent des 8 compartiments en parallèles puisque issus d'une seule et même fabrication. Ce doigt de gant a la particularité par rapport aux autres doigts de gant, de présenter une dimension très importante et de baigner dans une piscine (piscine H1H2 ou piscine des conduits de neutrons) au niveau de sa partie arrière.

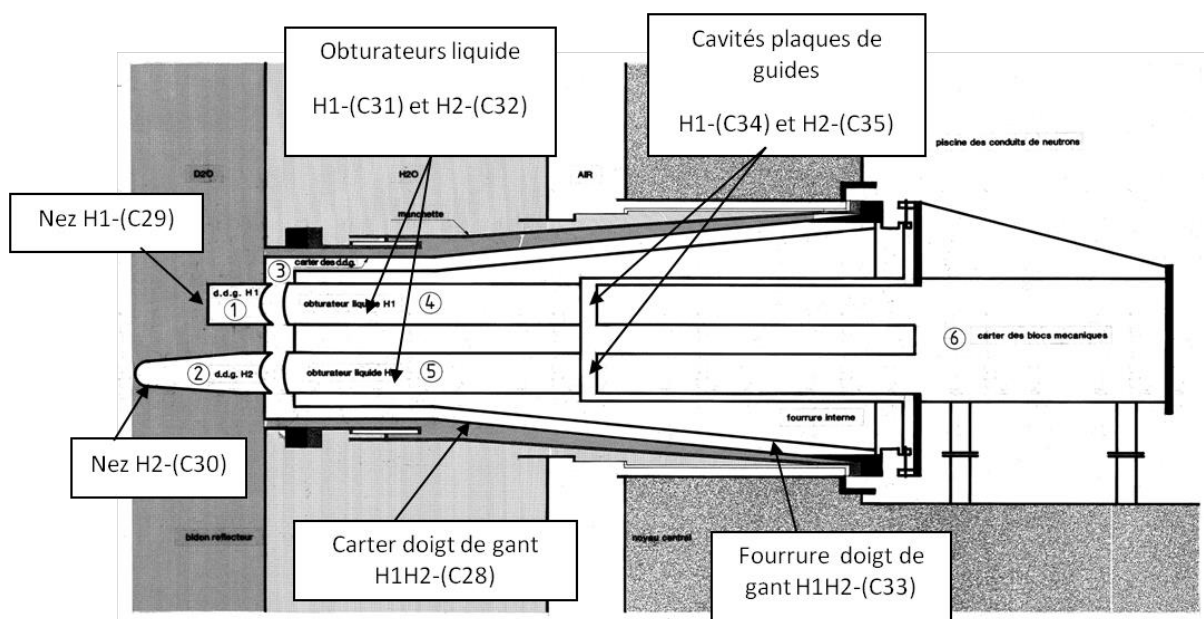
2.1 Rôle des compartiments

Comme tous les autres doigts de gant, la fonction principale du doigt de gant H1H2 est de permettre d'extraire les neutrons du cœur vers l'extérieur de la piscine. Sa particularité est qu'il vise deux zones du bloc pile : la source froide verticale pour H1 (neutrons froids) et le cœur pour H2 (neutrons thermiques).

Les neutrons ainsi extraits sont canalisés vers l'arrière du doigt de gant dans de nombreux guides assurant leur distribution vers les expériences.

	Rapport RHF n° 512	Page : 6/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

De façon générale, le carter doigt de gant H1H2 assure l'étanchéité entre l'eau lourde du bloc pile (C11) et le compartiment C28, tandis que la fourrure du doigt de gant H1H2 assure l'étanchéité entre l'eau légère de la piscine H1H2 et le compartiment C28.



Intérieur carter doigt de gant H1H2, volume C (formant le compartiment C28) :

L'espace formé par l'intérieur du carter doigt de gant H1H2 et l'extérieur de la fourrure du doigt de gant H1H2 est un espace interstitiel permettant le transfert des neutrons mais aussi de contrôler les étanchéités entre le carter et la fourrure du doigt de gant H1H2.

Nez H1 doigt de gant H1H2, volume B (formant le compartiment C29) :

Son rôle est de collecter les neutrons froids au plus près de la source froide (SFV3) grâce à la forme concave à son extrémité avant. Il baigne dans l'eau lourde du bloc pile et possède une paroi séparatrice (membrane sphérique) avec le compartiment C28.

Nez H2 doigt de gant H1H2, volume B' (formant le compartiment C30) :

Son rôle est de collecter les neutrons thermiques issus du cœur grâce à la forme convexe à son extrémité avant. Il baigne dans l'eau lourde et possède une paroi séparatrice avec le compartiment C28.

Obturateurs liquides H1 et H2, volumes D et D' (formant les compartiments C31 et C32) :

	Rapport RHF n° 512	Page : 7/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Ce sont des cavités permettant le passage libre des neutrons en fonctionnement. Ces cavités, faisant partie de l'élément fourrure doigt de gant H1H2, sont alignées avec leur nez respectif. En cas de besoin, principalement lors de maintenance ou lors du remplacement de l'ensemble fonctionnel carter et fourrure doigt de gant H1-H2, certains volumes peuvent être remplis d'eau et former ainsi une protection biologique (atténuation du rayonnement gamma par l'eau légère).

Ils possèdent une paroi séparatrice avec le volume C (C28), des parois séparatrices avec le compartiment C33 ainsi que des parois séparatrices avec les compartiments C34 et C35.

Fourrure H1H2, volume E (formant le compartiment C33) :

Le rôle de ce volume est de créer une protection biologique autour des cavités où circulent les neutrons (obturateurs liquides et plaques de guides). Elle est en permanence remplie d'eau légère provenant de la piscine H1H2. Les brides arrières de la fourrure sont rendues étanches par une membrane caoutchouc et ferment le volume.

Plaques de guides H1 et H2, volumes F et F' (formant les compartiments C34 et C35) :

Ces volumes font partie de l'élément fourrure doigt de gant H1H2 et sont situés dans l'alignement de leurs nez et obturateurs liquide respectifs. Ils permettent l'installation des plaques de guides (guides qui dirigent les neutrons vers les expériences). Ils possèdent une paroi séparatrice respectivement le volume D ou D' et des parois séparatrices avec le volume E (C33).

La partie arrière de cette cavité est fermée par une pièce appelée « carter pink » qui a pour fonction de supporter les plaques de guides à l'intérieur des deux volumes.

2.2 Caractéristiques des 8 compartiments de l'ensemble fonctionnel carter et fourrure doigt de gant H1-H2

Intérieur carter doigt de gant H1H2, volume C (formant le compartiment C28) :

C'est un assemblage de plusieurs viroles de forme de révolution dont la partie arrière est bridée sur la manchette H1H2 elle-même fixée sur le génie civil de la piscine. La partie avant est un fond plat circulaire percé de 2 ouvertures sur lesquelles sont raccordés les composants nez H1 et nez H2. Cette pièce ferme le volume avant du carter H1 H2 et pointe en direction de la source froide verticale et du cœur.

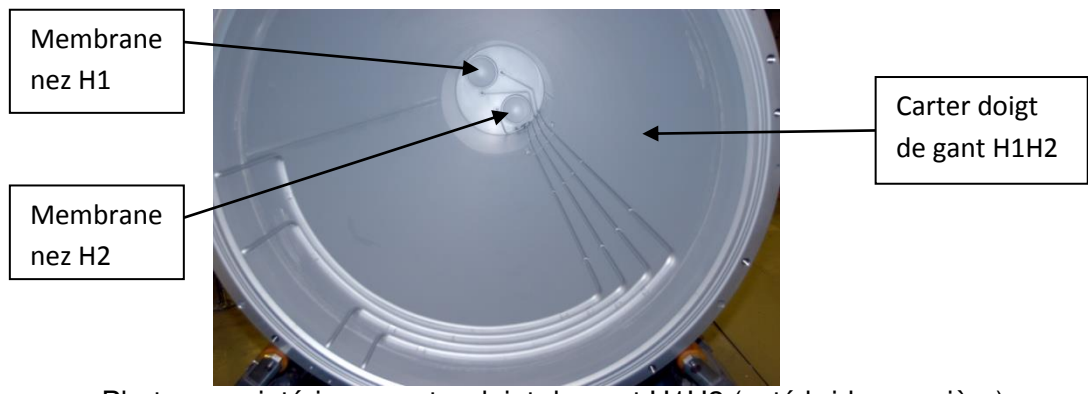


Photo : vue intérieure carter doigt de gant H1H2 (coté bridage arrière)

Le nez H1 (formant le compartiment C29) :

C'est un composant constitué de plusieurs pièces de révolution soudées, dont la partie avant est fermée par une pièce de forme concave. La partie arrière du nez H1 est raccordée par soudage sur la face avant du fond du carter H1H2. Le volume du nez H1 est fermé en partie arrière par une membrane sphérique qui est soudée sur la bride circulaire du carter H1H2.

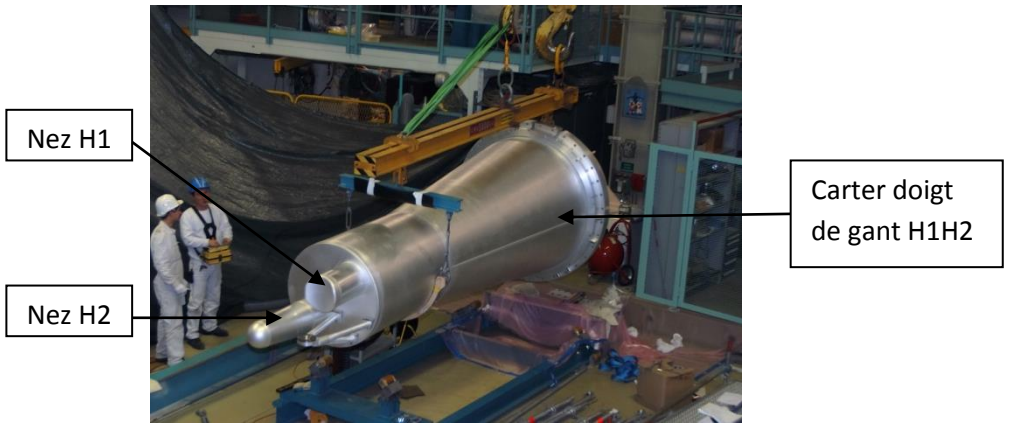


Photo : vue extérieure carter doigt de gant H1H2 (coté nez)

Le nez H1 pointe en direction de la source froide verticale.

	Rapport RHF n° 512	Page : 9/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Le nez H2 (formant le compartiment C30) :

C'est un composant constitué de plusieurs pièces de révolution soudées, dont la partie avant est fermée par une pièce de forme sphérique. La partie arrière du nez H2 est raccordée par soudage sur la face avant de la bride du carter H1H2. Le volume du nez H2 est fermé en partie arrière par une membrane sphérique qui est soudée sur la bride circulaire du carter H1H2.

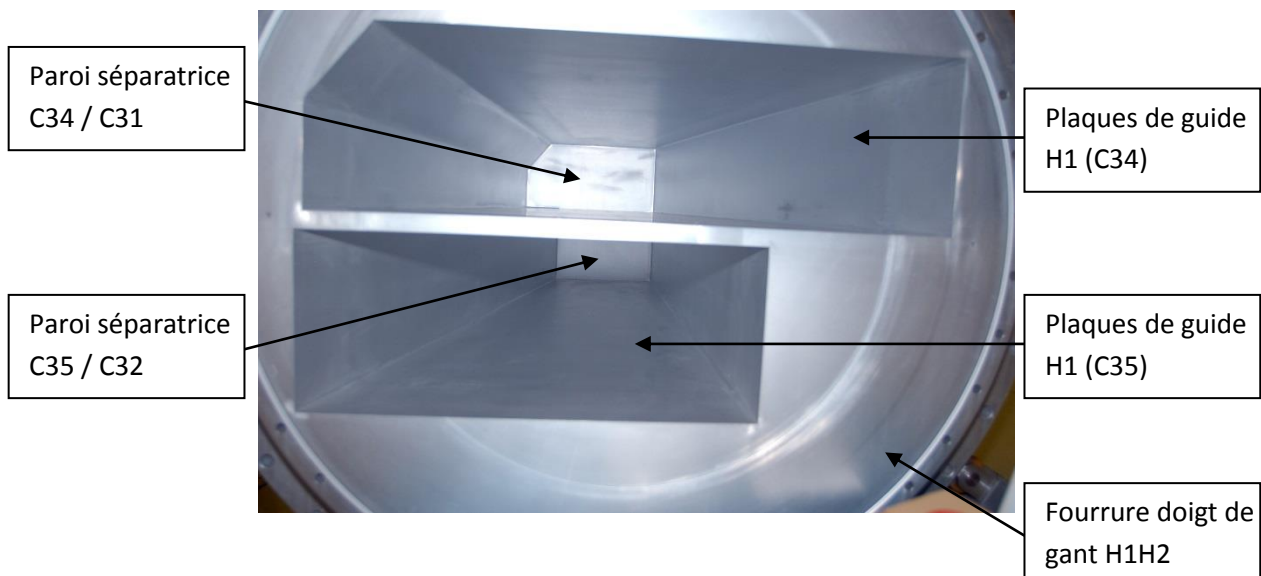
Le nez H2 pointe en direction du cœur du réacteur.

Les obturateurs liquides H1 et H2 (formant les compartiments C31 et C32) :

Ils sont composés de 2 fourreaux superposés de formes trapézoïdales raccordés à l'avant, par soudage sur une bride circulaire percée de 2 orifices (voir photo de la vue intérieure carter doigt de gant H1H2) et chacun fermé par un embout cylindrique de forme convexe. La partie arrière, quant à elle, est fermée par une cloison rectangulaire plate. Le volume intérieur des 2 caissons forme les compartiments C31 et C32. Ces deux compartiments sont à l'intérieur du compartiment fourrure C33.

Plaque de guides H1 H2 (formant les compartiments C34 et C35) :

Ce sous-ensemble fonctionnel est constitué en partie arrière d'une bride usinée sur laquelle sont découpées deux lumières de formes prismatiques superposées. La bride est raccordée par soudage à un sous ensemble constitué de deux enveloppes prismatiques et coniques superposées dont les ouvertures coïncident avec celles usinées dans la bride. A l'extrémité avant de ces fourreaux est soudée une pièce de jonction ajourée, qui fait l'interface (raccordement par soudage) avec les obturateurs liquides (C31 et C32). Ces deux compartiments sont assemblés par soudage dans le compartiment fourrure C33.



 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 10/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

La fourrure H1H2 (dont le volume interne forme le compartiment C33) :

Il s'agit d'une virole de forme tronconique à l'intérieur de laquelle sont logés les sous-ensembles cavités plaques de guides (C34 et C35) et obturateurs liquides (C31 et C32). Les sous-ensembles formant les compartiments C31, C32, C34 et C35 sont raccordés par soudage, à la fois entre eux, mais également au composant fourrure H1H2. Le volume formé entre la paroi interne de la virole tronconique et les parois externes des compartiments cavités plaques de guides et obturateurs liquides constitue le compartiment fourrure H1H2 (C33). La partie arrière du compartiment C33 est fermée par un sous ensemble mécanique appelé « carter pink » situé dans le canal de la piscine H1H2.

Vue extérieure fourrure doigt de gant H1H2 (côté nez)



 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 11/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Compartiment intérieur carter doigt de gant H1H2 (C28)		
Caractéristiques		Unités
P. maximale admissible (PS)	0,5	Bar rel
P utilisation	Vide	Bar rel
P épreuve initiale (PE)	1,5	Bar rel
T°. maximale admissible (TS)	56.5	°C
T° de fonctionnement	50	°C
Volume	610	litres
Nature du fluide	Vide ou hélium	
Groupe de dangerosité	2	
Activité (compartiment)	< 370	MBq
Catégorie de risque pression	Néant	
Niveau ESPN	<i>N2 en tant que compartiment de l'équipement bloc pile classé N2</i>	
Classification	EIS de rang 2 pour le composant carter et EIS de rang 3 pour le composant fourrure ddoigt H1H2.	
Contrôle soudure	Radio + Ressuage	

Ind. A

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 12/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Compartiment Nez H1 (C29)		
Caractéristiques		Unités
P. maximale admissible (PS)	1,2	Bar rel
P utilisation	1	Bar rel
P épreuve initiale (PE)	6	Bar rel
T°. maximale admissible (TS)	56.5	°C
T° de fonctionnement	50	°C
Volume	27	litres
Nature du fluide	Hélium	
Groupe de dangerosité	2	
Activité (compartiment)	< 370	MBq
Catégorie de risque pression	0	
Niveau ESPN	<i>N2 en tant que compartiment de l'équipement bloc pile classé N2</i>	
Classification	EIS de rang 2	
Contrôle soudure	Radio + Ressuage	

Ind. A

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 13/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Compartiment Nez H2 (C30)		
Caractéristiques		Unités
P. maximale admissible (PS)	1,2	Bar rel
P utilisation	1	Bar rel
P épreuve initiale (PE)	6	Bar rel
T°. maximale admissible (TS)	56.5	°C
T° de fonctionnement	50	°C
Volume	35	litres
Nature du fluide	Hélium	
Groupe de dangerosité	2	
Activité (compartiment)	< 370	MBq
Catégorie de risque pression	0	
Niveau ESPN	<i>N2 en tant que compartiment de l'équipement bloc pile classé N2</i>	
Classification	EIS de rang 2	
Contrôle soudure	Radio + Ressuage	

Ind. A

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 14/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Compartiment obturateur liquide de fourrure intérieure H1 (C31)		
Caractéristiques		Unités
P. maximale admissible (PS)	0,5	Bar rel
P utilisation	Vide ou Hélium à la P atmosphérique ou H ₂ O à 0,45bar	Bar rel
P épreuve initiale (PE)	2,25	Bar rel
T°. maximale admissible (TS)	56,5	°C
T° de fonctionnement	50	°C
Volume	130	litres
Nature du fluide	Vide ou Hélium ou H ₂ O	
Groupe de dangerosité	2	
Activité (compartiment)	< 370	MBq
Catégorie de risque pression	Néant	
Niveau ESPN	<i>N2 en tant que compartiment de l'équipement bloc pile classé N2</i>	
Classification	EIS de rang 3	
Contrôle soudure	Radio + Ressuage	

Ind. A

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 15/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Compartiment obturateur liquide de fourrure intérieure H2 (C32)		
Caractéristiques		Unités
P. maximale admissible (PS)	0,5	Bar rel
P utilisation	Vide ou Hélium à la P atmosphérique ou H ₂ O à 0,45bar	Bar rel
P épreuve initiale (PE)	2,25	Bar rel
T°. maximale admissible (TS)	56.5	°C
T° de fonctionnement	50	°C
Volume	98	litres
Nature du fluide	Vide ou hélium ou H ₂ O	
Groupe de dangerosité	2	
Activité (compartiment)	< 370	MBq
Catégorie de risque pression	Néant	
Niveau ESPN	<i>N2 en tant que compartiment de l'équipement bloc pile classé N2</i>	
Classification	EIS de rang 3	
Contrôle soudure	Radio + Ressuage	

Ind. A

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 16/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Compartiment intérieur fourrure doigt de gant H1H2 (C33)		
Caractéristiques		Unités
P. maximale admissible (PS)	0,5	Bar rel
P utilisation	Hauteur hydrostatique eau piscine	Bar rel
P épreuve initiale (PE)	2	Bar rel
T°. maximale admissible (TS)	56,5	°C
T° de fonctionnement	50	°C
Volume	2000	litres
Nature du fluide	Eau légère	
Groupe de dangerosité	2	
Activité (compartiment)	< 370	MBq
Catégorie de risque pression	Néant	
Niveau ESPN	<i>N2 en tant que compartiment de l'équipement bloc pile classé N2</i>	
Classification	EIS de rang 3	
Contrôle soudure	Radio + Ressuage	

Ind. A

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 17/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	

Compartiment plaques de guides H1H2 (C34 et C35)		
Caractéristiques		Unités
P. maximale admissible (PS)	0,5	Bar rel
P utilisation	Vide	Bar rel
P épreuve initiale (PE)	1,5	Bar rel
T°. maximale admissible (TS)	56,5	°C
T° de fonctionnement	50	°C
Volume	500	litres
Nature du fluide	Vide ou Hélium	
Groupe de dangerosité	2	
Activité (compartiment)	< 370	MBq
Catégorie de risque pression	Néant	
Niveau ESPN	<i>N2 en tant que compartiment de l'équipement bloc pile classé N2</i>	
Classification	Non classé de sûreté	
Contrôle soudure	Radio + Ressuage	

Ind. A

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 18/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

2.2.1 Caractéristiques des composants doigts de gant H1-H2

Les composants doigts de gants H1-H2 sont réalisés en AG3net (5754, AlMg3).

2.2.1.1 Caractéristiques physiques

Les composants qui définissent les frontières des différents compartiments pour les doigts de gants H1-H2, résultent de l'assemblage de plusieurs sous-ensembles fonctionnels imbriqués entre eux et dont certains sont raccordés par soudage et d'autres par boulonnage. (Voir plans Re 3C 53 P6 2-300 à 2-350 et Re 3C 53 P6 2-400 à 2-439)

Le carter intérieur doigt de gant H1H2 (C28) :

C'est l'enveloppe extérieure principale qui constitue le doigt de gant H1-H2 et qui prolonge la paroi intérieure du bloc-pile. La succession de pièces qui le compose est la suivante :

- Bride usinée de \varnothing 1610 mm et d'épaisseur 80 mm en aluminium AG3NET,
- Virole conique de longueur 2327 mm, de \varnothing extérieur 1427 mm côté grande base et 870 mm côté petite base, d'épaisseur 19 mm,
- Virole cylindrique de longueur 1093 mm, de \varnothing extérieur 870 mm et d'épaisseur 15 mm,
- Fond circulaire de \varnothing 870 mm et de 100 mm d'épaisseur, percé de deux ouvertures circulaires sur lesquelles viennent se positionner les nez et les membranes sphériques.

L'ensemble de ces pièces est soudé en pleine pénétration.

Le nez H1 (C29) :

Situé à l'avant du doigt de gant H1-H2, il prolonge la paroi intérieure du bloc pile. La succession de pièces qui le compose est la suivante :

- Virole cylindrique de \varnothing intérieur 270 mm, d'épaisseur 6 mm et de longueur 380 mm environ,
- Extrémité avant de nez fermée par un embout cylindrique concave de \varnothing intérieur 270 mm, d'épaisseur 8 mm taillée et de longueur 88 mm environ, dans un rond d'AG3net.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 19/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Ces deux composants sont raccordés par soudage sur une ouverture réalisée à cet effet sur le fond circulaire avant du carter doigt de gant H1-H2 (face extérieure).

- Extrémité arrière de nez fermée par une pièce nommée « fond d'enceinte », soudée sur le fond circulaire du carter (face intérieure), de forme hémisphérique de \varnothing 270 mm et d'épaisseur 3 mm taillée dans la masse d'un rond d'Ag3net forgé. La partie convexe de cette pièce est tournée vers l'intérieur du volume du nez H1.

Toutes les soudures sont réalisées en pleine pénétration.

Le nez H2 (C30) :

Situé à l'avant du doigt de gant H1-H2, il prolonge la paroi intérieure du bloc pile. La succession de pièces qui le compose est la suivante :

- Virole cylindrique de \varnothing intérieur 260 mm, d'épaisseur 6 mm et de longueur 175 mm environ,
- Virole tronconique de \varnothing intérieur 260 mm pour la grande base et 200 mm pour la petite base, d'épaisseur 6 mm et de longueur 478 mm environ,
- Extrémité avant de nez fermée par une demi-sphère \varnothing intérieur 200 mm et d'épaisseur 3 mm, taillée dans la masse d'un rond d'AG3net forgé.

Ces trois composants sont raccordés par soudage sur une ouverture réalisée à cet effet sur le fond circulaire avant du carter doigt de gant H1-H2 (face extérieure).

- Extrémité arrière de nez fermée par une pièce nommée « fond d'enceinte », soudée sur le fond circulaire du carter (face intérieure), de forme hémisphérique de \varnothing 248 mm et d'épaisseur 3 mm taillée dans la masse d'un rond d'AG3net forgé. La partie convexe de cette pièce est tournée vers l'intérieur du volume du nez H2.

Toutes les soudures sont réalisées en pleine pénétration.

L'obturateur liquide H1 (C31) :

Il s'agit d'un fourreau mécano soudé de forme trapézoïdale positionné de manière horizontale : Un coté est soudé à la face arrière de la plaque circulaire de la fourrure.

- Longueur 1462 mm,
- Largeur 550 mm au niveau de la grande base,

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 20/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

- Largeur 233 mm au niveau de la petite base,
- Hauteur 220 mm,
- Epaisseur des parois horizontales : 19 mm,
- Epaisseur des parois verticales : 10 mm

Toutes les soudures sont réalisées en pleine pénétration.

L'obturateur liquide H2 (C32) :

Il s'agit d'un fourreau mécano soudé de forme trapézoïdale positionné de manière horizontale. Un côté est soudé à la face arrière de la plaque circulaire de la fourrure.

- Longueur 1455 mm,
- Largeur 394 mm au niveau de la grande base,
- Largeur 183 mm au niveau de la petite base,
- Hauteur 220 mm,
- Epaisseur des parois horizontales : 19 mm,
- Epaisseur des parois verticales : 10 mm

Toutes les soudures sont réalisées en pleine pénétration.

La fourrure doigt de gant H1H2 (C33) :

C'est l'enveloppe intérieure principale qui constitue le doigt de gant H1H2 et qui prolonge la paroi intérieure de la piscine H1H2. La succession de pièces qui le compose est la suivante :

- Bride usinée de \varnothing 1710 mm et d'épaisseur 130 mm en aluminium AG3NET,
- Virole conique de longueur 2264 mm, de \varnothing extérieur 1361 mm côté grande base et 810 mm côté petite base, d'épaisseur 15 mm,
- Virole cylindrique de longueur 939 mm, de \varnothing extérieur 810 mm et d'épaisseur 10 mm,

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 21/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

- Embout cylindrique (jonction fond plat/virole) : de diamètre extérieur 810 mm, de longueur 112 mm et d'épaisseur 10mm)
- Fond circulaire de Ø 782 mm et de 50 mm d'épaisseur, percé de deux ouvertures rectangulaires sur lesquelles viennent se positionner les membranes sphériques fermant les obturateurs liquide
- Membrane sphérique H1: fond, diamètre intérieur : 306 mm, rayon sphère : 306 mm. épaisseur : 3 mm, rayon de care : 30 mm, épaisseur de la care variable de 3 à 6 mm, hauteur 67 mm soudée sur la face avant du fond circulaire.
- Membrane sphérique H2 : fond, diamètre intérieur : 292 mm, rayon sphère : 300 mm. épaisseur : 3 mm, rayon de care : 30 mm, épaisseur de la care variable de 3 à 6 mm, hauteur 67 mm soudée sur la face avant du fond circulaire.

L'ensemble de ces pièces est soudé en pleine pénétration.

La cavité plaque guide H1 (C34) :

Il s'agit d'un fourreau mécano soudé de forme trapézoïdale positionné de manière horizontale :

- Longueur 1980 mm,
- Largeur 1071 mm au niveau de la grande base,
- Largeur 606 mm au niveau de la petite base,
- Hauteur 310 mm,
- Epaisseur parois horizontale supérieure : 30 mm,
- Epaisseur parois horizontale inférieure : 15 mm,
- Epaisseur des parois verticales : 15 mm

Toutes les soudures sont réalisées en pleine pénétration.

La cavité plaque guide H2 (C35) :

Il s'agit d'un fourreau mécano soudé de forme trapézoïdale positionné de manière horizontale :

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 22/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

- Longueur 1980 mm,
- Largeur 768 mm au niveau de la grande base,
- Largeur 454 mm au niveau de la petite base,
- Hauteur 312 mm,
- Epaisseur parois horizontale supérieure : 15 mm,
- Epaisseur parois horizontale inférieure : 30 mm,
- Epaisseur des parois verticales : 15 mm

Toutes les soudures sont réalisées en pleine pénétration.

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.

La dernière fabrication de ces composants a été réalisée par les sous-traitants de l'ILL (GEC ALSTHOM – GIROD SISA) de 1995 à 1997.

La conception d'origine de l'ensemble fonctionnel doigt de gant H1H2 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 et des plans guides de réalisation.

Plusieurs notes de calculs ont été réalisées depuis l'origine justifiant la résistance mécanique des composants. La note d'origine porte la référence AL 3C 53 N6 003 ind. C du 27/04/1970.

La dernière note de calcul porte la référence G40022NC0001 ind. 3 du 30/11/04.

2.2.2 Caractéristiques des fluides en contact avec les compartiments

En fonctionnement normal les compartiments qui composent le doigt de gant H1-H2 sont conditionnés de la manière suivante :

Compartiment intérieur carter doigt de gant H1-H2 (C28) :

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 23/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Compartment maintenu en permanence sous vide. Sa paroi assure l'étanchéité entre l'eau lourde du compartiment du bloc-pile, le vide et l'eau légère de la piscine H1H2 (dans le compartiment C33).

Compartiments nez H1 et nez H2 (C29 et C30) :

Compartiments maintenus en permanence sous une pression d'hélium entre 0.9 bar et 1.1 bar relatif. Les parois de ces compartiments assurent l'étanchéité entre l'hélium qu'ils contiennent et l'eau lourde du bloc-pile (C11). Ils peuvent être tirés sous vide pour leur conditionnement en hélium.

Compartiments obturateurs liquides (C31 et C32) :

Compartiments maintenus en permanence sous vide. Les parois de ces compartiments assurent l'étanchéité entre le vide qu'ils contiennent et l'eau légère (piscine H1H2) du compartiment C33. Ils peuvent dans certaines situations de maintenance (remplacement de l'ensemble fonctionnel carter et fourrure doigt de gant principalement) être remplis d'eau légère (protection biologique pour les intervenants). Leur mise à la pression atmosphérique est faite en hélium.

Compartiments cavités plaques guides H1-H2 (C34 et C35) :

Compartiments maintenus en permanence sous vide. Les parois de ces compartiments assurent l'étanchéité entre le vide qu'ils contiennent et l'eau légère (piscine H1H2) du compartiment C33. Leur mise à la pression atmosphérique est faite en hélium.

Compartment intérieur fourrure doigt de gant H1H2 (C33) :

Compartment maintenu en permanence en eau légère de la piscine H1H2. Les parois de ce compartiment assurent la séparation entre l'eau légère qu'il contient et le vide contenu dans les compartiments C28, C31, C32, C34 et C35.

2.2.2.1 Hélium

L'hélium utilisé pour le conditionnement des compartiments Nez H1-(C29), Nez H2-(C30) 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 des compartiments Nez H1-(C29), Nez H2-(C30) est réalisé en les tirants au vide puis en les remplissant en hélium. Ce procédé permet de garantir que le volume du compartiment est rempli à 100% d'hélium avec très peu d'air résiduel.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 24/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Le gaz hélium dans le compartiment est à la température d'équilibre de la paroi du nez du doigt de gant et l'eau lourde dans laquelle il baigne. Cette température en service varie entre 20 °C et 50 °C.

2.2.2.2 Eau lourde

L'eau lourde mise en œuvre en périphérie du compartiment carter doigt de gant H1-H2 et des nez du doigt de gant H1H2 est 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 $\text{Al}_2\text{O}_3 \leq 4\text{mg/l}$ et le titre $> 99,75\%$.

La température de l'eau lourde est comprise entre 20 et 50 °C en fonctionnement.

2.2.2.3 Eau légère piscine

L'eau légère mise en œuvre dans le compartiment fourrure C33 provient de la piscine H1H2. Cette eau légère est déminéralisée :

La conductivité et le pH de l'eau sont contrôlés de façon hebdomadaire.

Ses caractéristiques sont : conductivité inférieure à $3\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ et pH entre 4,5 et 6.5.

2.2.2.4 Eau légère (production)

L'eau légère mise en œuvre dans les compartiments « Obturateur Liquide » provient d'un réservoir de stockage au-dessus de la piscine alimenté en eau légère issue directement de l'installation de production d'eau déminéralisée. Sa caractéristique est une conductivité inférieure à $3\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

2.2.2.5 Vide

Le vide mis en œuvre dans les compartiments Carter H1-H2, guide de plaques H1-H2, obturateurs liquides H1-H2 provient des pompes à vide 936PP1 et 936PP2. C'est un vide dit primaire (10^{-3} à 1 mbar absolu).

2.3 Exploitation des compartiments

En fonctionnement normal, les compartiments de l'ensemble fonctionnel doigt de gant H1-H2 sont conditionnés et maintenus sous surveillance de la manière suivante :

Compartiment nez H1-(C29) et nez H2-(C30) :

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 25/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Les compartiments Nez H1 et Nez H2 sont des volumes fermés et pressurisés en hélium à une valeur comprise entre 0,9 bar et 1,1bar.

Une platine commune à plusieurs ensembles fonctionnels du bloc pile permet de réaliser les conditionnements de ces compartiments. Pour le cas des compartiments C29 et C30, le schéma PID de la platine concernée porte la référence Re 3C 53 P6 296 PL 2/3 ind.A.

Avant chaque cycle, le conditionnement de ces compartiments est vérifié dans le cadre d'une procédure d'essai avant démarrage. Pour les compartiments cités plus haut, la pression est contrôlée par les mesures suivantes :

Nez H1 : Pressostat 939P15 avec un seuil bas à 0,8 bar relatif et manomètre 939MP15.

Nez H2 : Pressostat 939P16 avec un seuil bas à 0,8 bar relatif et manomètre 939MP16.

En cas de nécessité, les compartiments nez H1 et nez H2 sont soit regonflés par le lignage des vannes 939V24 et 939V26 soit pompés au vide (939PPS2) par le lignage 939V24 et 939V27.

Des bougies de détection de présence d'eau (BF 48 a,b,c et BF 52 a,b,c) asservies à une alarme en 1/3 permettent de vérifier l'absence de fuite dans les compartiments conditionnés en hélium.

La surveillance permanente sur les deux compartiments nez doigt de gant C29 et C30 est basée sur chacune de ces deux mesures avec alarme en Salle de Contrôle.

Lors d'une ronde hebdomadaire, les équipes maintenance contrôlent sur les manomètres 939P15 (C29) et 939P16 (C30) la pression relative dans les compartiments correspondant.

Compartiments carter doigt de gant H1H2 (C28), obturateurs liquides (C31 et C32) et cavités plaques de guides H1H2 (C34 et C35) :

Les compartiments C28, C31, C32, C34 et C35 sont des volumes fermés et maintenus sous vide.

Une platine commune à plusieurs ensembles fonctionnels du bloc pile permet de réaliser les conditionnements de ces compartiments. Pour le cas de ces cinq compartiments, le schéma PID de la platine concernée porte la référence Re 3C 53 P6 430. Pour le cas particulier des obturateurs liquides, le remplissage en eau légère est décrit dans le schéma PID Re3C53 P6 371 PI 1.

En utilisation normale ces cinq compartiments fonctionnent sous vide primaire.

Avant chaque cycle, le conditionnement de ces compartiments est vérifié dans le cadre d'une procédure d'essai avant démarrage.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 26/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Lors d'une ronde hebdomadaire, les équipes maintenance contrôlent sur les jauges à vide la pression absolue dans les compartiments du doigt de gant.

Le niveau de vide primaire est contrôlé par les mesures suivantes :

- Carter doigt de gant H1H2 (C28) : 936PIA08 avec un seuil haut à 1 mbar absolu,
- Obturateurs liquides H1 (C31) : 936PIA07 avec un seuil haut à 1 mbar absolu,
- Obturateurs liquides H2 (C32) : 936PIA06 avec un seuil haut à 1 mbar absolu,
- Plaques de guide H1 et H2 appelé aussi « Carter des blocs mécaniques » (C34 et C35) : 936PIA05 avec un seuil haut à 1 mbar absolu.

Les défauts « seuil haut » provoquent une alarme en salle de contrôle.

Des bougies de détection de présence d'eau (BF 44 a,b,c) asservies à une alarme en 1/3 permettent de vérifier l'absence de fuite dans le compartiment C28 conditionné sous vide. La détection d'eau entraîne une alarme en salle de contrôle.

La surveillance permanente du compartiment C28 est basée sur chacune de ces deux mesures avec alarme en Salle de Contrôle.

La surveillance permanente des compartiments C31, C32, C34 et C35 est basée sur la mesure de vide avec alarme en salle de contrôle.

En cas de nécessité (historiquement uniquement lors du démontage du doigt de gant), les compartiments obturateurs liquides peuvent être remplis en eau légère déminéralisée. Dans ce cas particulier, les compartiments sont isolés du pompage par les vannes 936V17 et 936V18. Ils sont alors remplis en eau déminéralisée par l'ouverture des vannes 936V41, 936V43 et 936V40.

Compartiment fourrure doigt de gant H1H2 (C33) :

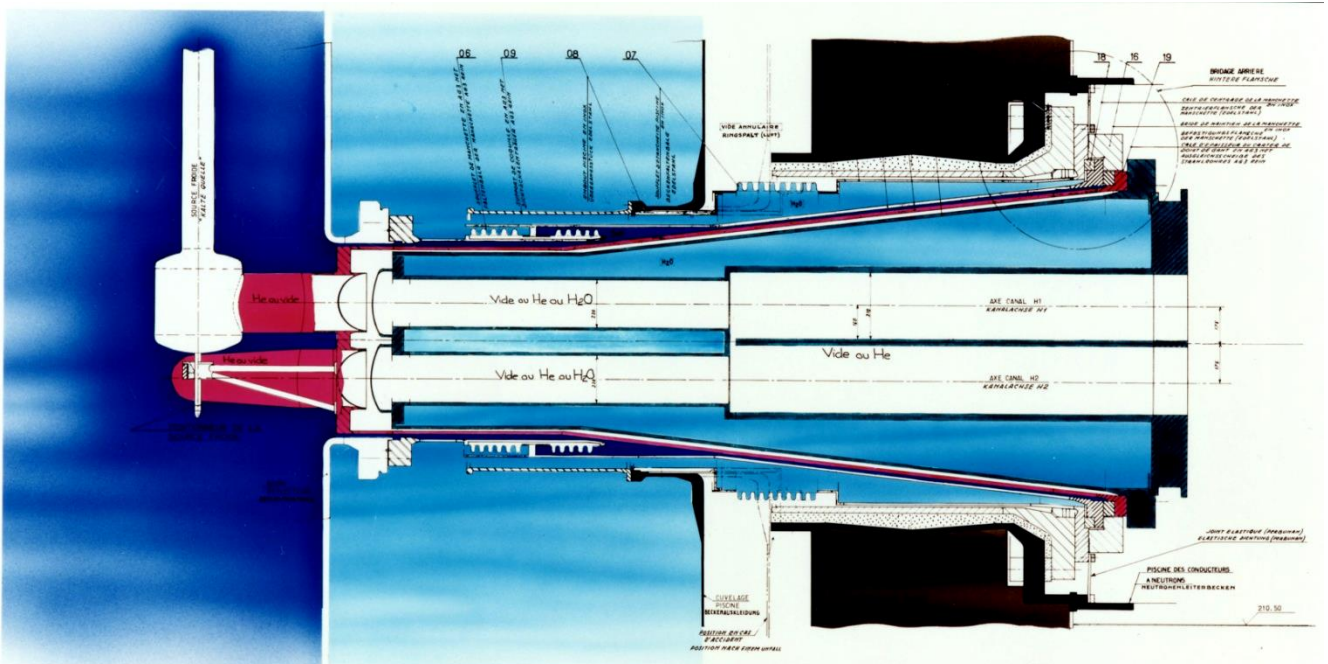
Ce compartiment est en permanence en communication avec la piscine H1H2 par l'intermédiaire de deux orifices munis de vannes sur la bride extérieure de la fourrure.

Le compartiment voit par conséquent la hauteur hydrostatique de la piscine H1H2.

2.4 Localisation des compartiments

Comme décrit précédemment, les compartiments forment un ensemble fonctionnel « doigt de gant H1H2 ». Cet ensemble fonctionnel traverse à la fois la paroi béton de la piscine réacteur, la peau piscine, l'eau piscine et le bidon réflecteur. Seuls les nez H1 et H2 se trouvent physiquement à l'intérieur du bidon.

Les brides arrières se situent au fond d'une piscine, dite piscine H1H2 permettant le démontage et le découpage sous eau de l'ensemble. Cette piscine est située au niveau C dans le hall réacteur.



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

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 28/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

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 H1H2-(C28 à C35).

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.

Pour les compartiments dont la PS est inférieure ou égale à 0,5 bar (C28, C31, C32, C33, C34 et C35), les examens sont seulement ceux exigés dans le cadre de la fiche COLEN n°26.

3.2 Obstacles à la réalisation des actions réglementaires

3.2.1 Vérification externe

Pour rappel, la vérification externe est celle de l'équipement « bloc pile ». Par conséquent, pour ce qui concerne les composants du compartiment doigt de gant H1H2, seules les faces externes des brides arrière du carter et de la fourrure du doigt de gant H1H2 font l'objet d'une vérification visuelle.

Ces surfaces sont visibles sous eau, dans la piscine H1H2. Un examen visuel direct n'est pas envisageable. Un contrôle télévisuel est réalisable.

Ind. A

Une vérification externe partielle des compartiments C29 et C30 en partie intérieure au bloc pile, réalisée au titre de la vérification intérieure du compartiment C11 et des parois séparatrices entre C29 et C11 et C30 et C11, est effectuée par le biais de moyens télévisuels lors de l'inspection annuelle du bloc pile. En effet, compte tenu de sa dimension, de sa géométrie et de son implantation dans le bloc pile, les surfaces séparatrices entre C29 et C11 et C30 et C11 ne sont pas visibles en totalité.

3.2.2 Vérifications internes

La vérification interne de chacun des compartiments nécessite un accès adéquat aux parois internes du compartiment. Certaines parois internes des compartiments sont des parois séparatrices avec d'autres compartiments. Seules les parois internes des

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 29/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

compartiments C29 et C30 et les parois séparatrices entre C28 et C29 d'une part et C28 et C30 d'autre part, doivent réglementairement être vérifiées.

Ces parois ne sont pas accessibles pour les raisons principales suivantes :

- Compartiments nez H1-(C29), nez H2-(C30) :
 - compartiments entièrement soudés
 - ouvertures de diamètre Ø10 (au bout d'une tuyauterie courbe de 5 m ou de perçages à angle droit).
 - structures très irradiantes empêchant tout accès (zone rouge)
- Compartiment carter doigt de gant H1H2-(C28) :
 - Compartiment ayant une possibilité de démontage par brides boulonnées mais dont l'ouverture n'est pas envisageable compte tenu d'impossibilités techniques.*
 - structures très irradiantes empêchant tout accès (zone rouge)

* La séparation du carter et de la fourrure du doigt de gant H1H2 n'a jamais été réalisée ni prévue car le doigt de gant est découpé toujours assemblé dans la piscine lors de son remplacement. De même, l'ouverture du carter en partie arrière des compartiments C34 et C35 nécessite plusieurs mois de chantier pour l'intervention mais aussi le réaligement de l'ensemble des guides partant de ce doigt de gant (plus de 50% des lignes de l'ILL), opérations très lourdes en termes de doses intégrées, de durée, d'outillages et de réglages.

3.2.3 Epreuves

L'épreuve des compartiments n'est exigible que pour des compartiments ayant une pression de service (PS) supérieure à 0,5 bar.

Par conséquent, cette exigence réglementaire ne s'applique qu'aux compartiments C29 et C30.

L'épreuve des compartiments nécessite :

- Le remplissage des compartiments par de l'eau :

L'absence de purge empêche le remplissage et l'utilisation de liquide dans ce volume.

- Un examen visuel direct des parois sous pression lors de l'épreuve hydraulique

L'objectif de l'épreuve hydraulique est de pouvoir déceler visuellement toute déformation rémanente ou fuite sur les parois pressurisées. Or, La mise en pression ne pourrait pas être associée à un contrôle visuel pertinent des parois du

	Rapport RHF n° 512	Page : 30/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

compartiment puisqu'elles sont inaccessibles pour des raisons radiologiques et d'accès physiques.

Ind. A | *Cette remarque s'applique de la même manière pour une mise en pression en hélium, excluant ainsi le principe d'une épreuve en gaz. Il convient de rappeler que l'épreuve initiale est réalisée à une pression de 6 bar et que la défaillance de ce compartiment n'induit aucune conséquence hormis une perte d'exploitation.*

3.2.4 Conclusion partielle

Les obstacles à la mise en œuvre de certaines actions réglementaires sur les compartiments C28 à C30 résultent d'impossibilités techniques liées aux caractéristiques et à la configuration des compartiments.

Un chantier de démontage et remontage d'un ensemble fonctionnel doigt de gant H1H2 lors d'un remplacement dure environ 5 à 6 mois. Toute intervention visant au démontage d'une partie du doigt de gant H1H2 n'est matériellement pas prévue et risque de durer une période proche de celle d'un remplacement, ce qui n'est pas envisageable pour le fonctionnement du réacteur. *De plus, cette opération nécessiterait la vidange de la piscine H1H2 et conduirait à la création d'une « zone rouge » dans toute l'aire autour de la partie arrière du compartiment doigt de gant et interdirait toute intervention humaine (débit de dose mesuré typiquement entre 500 et 1000 mGy/h suivant que les barres de sécurité sont en position hautes ou basses).*

- *Barres de sécurité en position haute : le débit de dose est de l'ordre de 500 mGy/h avec une forte prépondérance des gammas du Co60 de période 5 ans ;*
- *Barres de sécurité en position basse : le débit de dose est de l'ordre de 1000 mGy/h les 500 mGy/h supplémentaires par rapport à la situation barres en position haute étant dus essentiellement à l'Ag110m de période 250 j ;*

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.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 31/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	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 doigts de gant, pièces de liaisons usinées.
- Une note de calcul d'origine et une nouvelle note réalisée pour l'exploitant
- Cahier de soudage
- Certificat matière (Ag3net)
- Procès-verbaux de contrôle en fabrication (100% ressuage, 100% radiographie, essais résistance mécanique, test étanchéité hélium, traitement de surface, ...)

Une spécification d'équipement ILL a été écrite pour la réalisation des composants du doigt de gant H1-H2 : Re 3C53 S 1024 ind. E.

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		

	Rapport RHF n° 512	Page : 32/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

4.2 Facteur état

L'ensemble des composants du doigt de gant H1-H2 ont été installés en 1994 suite à la réfection du compartiment bloc pile et de tous les doigts de gants.

Conformément à notre tableau de marche, l'ensemble fonctionnel doigt de gant H1H2 est remplacé périodiquement en fonction de sa fluence. Celle-ci est calculée en JEPP (Jours Equivalents Pleine Puissance).

Le doigt de gant H1H2 a été remplacé en janvier 2006. Par conséquent, le nombre de JEPP est de 1222 au 1^{er} janvier 2014 pour une limite à 2112 JEPP.

Des contrôles visuels de la paroi externe de l'ensemble fonctionnel doigt de gant H1H2 sont également réalisés lors des inspections télévisuelles annuelles du bloc pile. Depuis 2006 aucune anomalie n'a été identifiée sur cet ensemble fonctionnel.

L'ensemble de ces éléments permet de garantir l'intégrité physique des composants concernés.

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 présentées 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 leurs évolutions en service, estimée de façon conservative, restent couvertes par les hypothèses considérées à la conception	X
2	Equipement non classé niveau 1 et présentant des dégradations pour lesquelles l'exploitant considère que leur évolution en service, estimée de façon conservative, 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.	
3	Equipement présentant des dégradations pour lesquelles l'exploitant ne peut garantir que leur évolution en service, estimée de façon conservative, 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.	
Niveau de classement final du facteur étudié		
1		

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 33/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

4.3 Facteur dégradation

Le retour d'expérience de l'ILL sur l'exploitation des compartiments en aluminium AG3net 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 (Même matière AG3net pour tous les doigts de gant, même eau lourde en contact, même origine des gaz en contact, mêmes critères de fabrication).

4.3.1 Modes de dégradation

Les modes de dégradations 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,
- Comportement thermiques différents des matériaux soudés ensemble,
- Fatigue vibratoire,
- Pics locaux de pression,
- 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

Les variations de température du compartiment (entre 20 et 50 °C) 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 pour les compartiments qui baignent dans l'eau lourde issue du combustible sans mélange d'eau. L'hélium présent à l'intérieur des compartiments est en équilibre thermique avec les structures. En ce qui concerne les compartiments fonctionnant sous vide, ils sont thermiquement protégés par leur mode de conditionnement et entourés de l'eau présente dans la fourrure, elle-même en communication avec la piscine H1H2.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 34/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

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 Comportement thermiques différents des matériaux soudés ensemble

Les soudures réalisées sur les composants qui constituent les compartiments sont des soudures homogènes en 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 de 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 des compartiments ne varie pas puisque en fonctionnement les volumes sont fermés et statiques.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

4.3.1.5 Fluage

La température de fonctionnement des compartiments de l'ensemble fonctionnel doigt de gant H1-H2 est à la limite du seuil de température du fluage négligeable selon le RCC-Mx 2008 ou RCC-MRx 2012.

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. Les formes qui composent les huit compartiments sont simples et régulières. Seuls les profils géométriques des cavités plaques de guides H1 et H2 ainsi que les obturateurs liquides présentent des formes plus saillantes. Cependant, les contraintes dues aux situations de fonctionnement sont faibles et les situations de charge sont maîtrisées (vide et hauteur d'eau).

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

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 35/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

4.3.1.7 Phénomènes de corrosion localisée et généralisée

Les compartiments qui composent l'ensemble fonctionnel carter et fourrure doigt de gant H1H2 sont continûment remplis soit d'hélium pur, soit de vide, soit d'eau légère déminéralisée, soit d'eau lourde. Les caractéristiques physico-chimiques de ces fluides sont telles qu'aucun phénomène de dégradation ne peut se produire au regard de l'aluminium AG3net.

Par ailleurs, pour tous les composants qui constituent cet ensemble fonctionnel, l'aluminium AG3net est décapé et passivé lors de leur fabrication ce qui permet de considérer que la corrosion 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 des compartiments pressurisés (nez H1 et Nez H2) et des compartiments sous vide (obturateurs liquide et cavités plaques de guide). L'hélium et le vide sont maintenus en permanence de manière statique.

En ce qui concerne la circulation de l'eau lourde dans le compartiment bloc pile BP, celle-ci a fait l'objet d'études, 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 lourde prise pour référence et celle mesurée autour des composants doigts de gant. Cette vitesse est inférieure à 0,5 m/s. La température de l'eau est stable pendant le cycle.

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.

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 conduit à un risque de corrosion inter-cristalline en milieu aqueux. La connaissance fine par l'ILL des flux de neutrons et de leur spectre permet de savoir de façon relativement précise la fluence des parties les plus exposées. C'est sur la base de

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512							Page : 36/49		
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)									

ces connaissances, qu'une durée de vie de 2112 JEPP a été fixée pour l'ensemble fonctionnel doigt de gant H1H2.

De façon conservative, les composants des compartiments constitutifs de l'ensemble fonctionnel carter et fourrure doigt de gant H1H2 seront également examinés à chacun de leur remplacement afin de nourrir le retour d'expérience sur l'exploitation de cet équipement.

4.3.2 Analyse du facteur relatif aux dégradations auxquelles les compartiments sont potentiellement sensibles

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 les compartiments sont très restreintes puisque seul un petit pourcentage des surfaces extérieures est accessible. Aucune vérification intérieure ne peut être 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

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

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)**

Ind. A

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

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

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 38/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

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 pour l'ensemble des compartiments.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 39/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	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 exploitant AREVA/CEA/EDF/ILL/ITER.

L'ensemble des modes de dégradation inventoriés précédemment conduisent 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) diminuées des performances globales des dispositions préventives DP.

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

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.

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.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 40/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	

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 les compartiments C29, C30 et C28 sont :

- Vérification intérieure 40 mois (GR2) pour les trois compartiments.
- Epreuve hydraulique décennale (GR3) pour les compartiments C29 et C30.

La réalisation du geste réglementaire GR1 à un compartiment est soumise à une interprétation délicate. La surface extérieure est-elle 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 les compartiments sont :

Ind. A

- 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 retransmis en salle de contrôle. La détection de présence d'eau est elle réalisée par trois sondes déclenchant une alarme retransmis à la salle de contrôle. La température est elle fixée par l'eau lourde dans laquelle le composant doigt de gant baigne. Elle est suivie en permanence par la salle de contrôle, celle-ci étant*

Ind. A

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 PG1GC=8	Σ PG2GC=8	Σ PG3GC =8	Σ PG4GC =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 les compartiments sont :

Ind. A

- *DP1 : Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide interne Le fluide intérieur du compartiment est un gaz inerte et pur (ou le vide), analysé avant chaque cycle et ses caractéristiques intrinsèques nous garantissent son innocuité vis-à-vis de la perte d'épaisseur en surface interne (voir § 2.2.2.1, 2.2.2.5). 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.*
- *DP2 : Maitrise des caractéristiques chimiques des fluides externes. Les fluides extérieurs aux compartiments sont l'eau lourde du compartiment bloc pile (C11), l'hélium de conditionnement des nez (C29, C30) ou le vide du carter doigt de gant H1H2 (C28) dont les caractéristiques sont maîtrisées et contrôlées (voir § .2.2.2.1, 2.2.2.2, 2.2.2.5) :*

	Rapport RHF n° 512	Page : 42/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Ind. A

- *Les caractéristiques de l'eau lourde du compartiment bloc pile 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.*
- *L'hélium de conditionnement des nez 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.*

Aucune perte d'épaisseur n'est attendue.

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 (1^{ere} divergence en 1971), la conception et la réalisation de tous les doigts de gant du réacteur sont identiques et les conditions d'exploitation du réacteur sont les mêmes. A chaque remplacement d'un de ces doigts de gant, une inspection minutieuse des faces internes et externes des composants est réalisée. Aucune dégradation n'a aujourd'hui été observée.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 43/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	

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 DP proposés	Σ PG1 _{DP} =3	Σ PG2 _{DP} =3	Σ PG3 _{DP} =6	Σ PG4 _{DP} =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 + disposition 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 :

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

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

	Rapport RHF n° 512	Page : 44/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

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)	PG _{1GR} =10	PG _{2GR} =10	PG _{3GR} =12	PG _{4GR} =12
DP proposés (tableau 3)	PG _{1DP} =3	PG _{2DP} =3	PG _{3DP} =6	PG _{4DP} =6
Σ PG _{GR} - Σ PG _{DP}	PG ₁ =7	PG ₂ =7	PG ₃ =6	PG ₄ =6

5.3.3 Comparaisons des performances

Cette comparaison est faite par phénomène de dégradation :

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

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

5.3.4 Conclusion niveau de sécurité

L'estimation de probabilité de défaillance obtenue pour nos compartiments 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 dégradations 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 du composant doigt de gant à 2112 JEPP, imposé par l'ILL, permet de justifier que les modes de dégradations 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.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 45/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

5.4 Evaluation des conséquences de défaillance

Le scénario de fuite sur l'ensemble fonctionnel carter et fourrure doigt de gant est envisagé dans le rapport de sureté de l'ILL (voir fiche CF4.R3).

5.4.1 Facteur conséquence sur les travailleurs

- Défaillance au niveau des compartiments nez H1-(C29) ou H2-(C30) : cette défaillance conduit à l'entrée d'eau lourde dans les nez (H1 ou H2). Dans le cas de la fuite (brèche), l'eau va s'accumuler dans le compartiment et transiter via la tuyauterie de détection de fuite jusqu'aux bougies de détection de fuite associées qui déclenchent une alarme. La paroi arrière de ces compartiments a été vérifiée pour tenir la pression du bloc pile en fonctionnement.
- Défaillance au niveau de la paroi du carter doigt de gant H1H2 (paroi eau lourde du compartiment C28) : cette défaillance conduit à l'entrée d'eau lourde dans le compartiment. Dans le cas de la fuite (brèche), l'eau va s'accumuler dans le compartiment et transiter via la tuyauterie de détection de fuite jusqu'aux bougies de détection de fuite associées qui déclenchent une alarme. . De même, cette entrée d'eau cause automatiquement une augmentation de pression qui déclenche une autre alarme. Des automatismes arrêtent le réacteur et font chuter la pression à l'intérieur du bloc pile (C11).
- Défaillance au niveau de la paroi de la fourrure du doigt de gant H1H2 (paroi eau légère du compartiment C28) : cette défaillance conduit à l'entrée d'eau légère du compartiment C33 dans le compartiment intérieur carter doigt de gant (C28). Dans le cas de la fuite, l'eau va s'accumuler dans le compartiment et transiter via la tuyauterie de détection de fuite jusqu'aux bougies de détection de fuite associées qui déclenchent une alarme. De même, cette entrée d'eau cause automatiquement une augmentation de pression qui déclenche une autre alarme.
- Défaillance au niveau des compartiments obturateurs liquide (C31 ou C32) ou cavités plaques de guides (C34 ou C35): Cette défaillance conduit à l'entrée d'eau légère provenant de la piscine (via la fourrure intérieure) par un phénomène d'aspiration liée à la mise sous vide des compartiments. Cette entrée d'eau cause automatiquement une augmentation de pression qui déclenche une alarme.

Aucun scénario de défaillance prévu sur l'ensemble fonctionnel doigt de gant H1H2 ne conduit au déversement du fluide radioactif dans le hall réacteur. Par conséquent, il n'y a aucune conséquence sur les travailleurs.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 46/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

5.4.2 Facteur conséquence sur l'environnement

Aucune défaillance sur l'ensemble fonctionnel doigt de gant H1H2 ne conduit à un rejet de fluide radioactif vers l'extérieur.

5.4.3 Facteur conséquence sur d'autres EIP

La défaillance des différents compartiments qui constituent l'ensemble fonctionnel doigt de gant H1H2 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 ou du vide par de l'eau lourde dans les différents compartiments n'entraîne pas de perte de maîtrise de la réactivité du cœur. Voir fiche pour l'étude sûreté de cette situation.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 47/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	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 C28 à C35.

En pratique, ces aménagements sont rappelés ci-après en trois types d'opérations :

- *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 512 Ind. A. Pour rappel, les opérations particulières proposées sont :

- *Suivi permanent des paramètres physiques internes des compartiments : 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 C28 à C30,*
- *Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide externe aux compartiments C28 à C30,*
- *Maîtrise 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 du composant doigt de gant à 2112 JEPP avec une inspection interne et externe des parois de celui-ci ainsi que des mesures d'épaisseur 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° 512	Page : 48/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Inspections périodiques sous la responsabilité de l'exploitant

Les inspections périodiques, compte tenu de notre évaluation des mécanismes d'endommagement possible et de notre REX pour les compartiments C28 à C30, 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 C29 et C30 en partie intérieure au bloc pile, réalisée au titre de la vérification intérieure du compartiment C11 et des parois séparatrices entre C29 et C11 et C30 et C11.

Requalification 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 :

- Une vérification externe partielle des compartiments C29 et C30 en partie intérieure au bloc pile, réalisée au titre de la vérification intérieure du compartiment C11 et des parois séparatrices entre C29 et C11 et C30 et C11.
- La vérification des éléments définis dans le présent document (RHF n°512) concernant :
 - Demandes de dispenses de gestes réglementaires pour :
 - Vérifications internes tous les 40 mois des compartiments C28 à C30,
 - Vérifications internes tous les 120 mois des compartiments C28 à C30,
 - Epreuves hydrauliques tous les 120 mois des compartiments C29 et C30.
 - Respect des conditions particulières proposées en regard des dispenses ci-dessus :
 - Suivi permanent des paramètres physiques internes des compartiments,
 - Test d'étanchéité par suivi de la pression interne avant chaque cycle,
 - Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide interne aux compartiments C28 à C30,
 - Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide externe aux compartiments C28 à C30,
 - Maîtrise 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 du composant doigt de gant à 2112 JEPP avec une inspection interne et externe des parois de celui-ci ainsi que

Ind. A

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 512	Page : 49/49
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 DANS LES COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C28 A C35 (CARTER ET FOURRURE DOIGT DE GANT H1H2)	Ind. A

Ind. A

des mesures d'épaisseur 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 C28 à C35 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 n°512 Ind. A et les POES dans le dossier d'exploitation.*