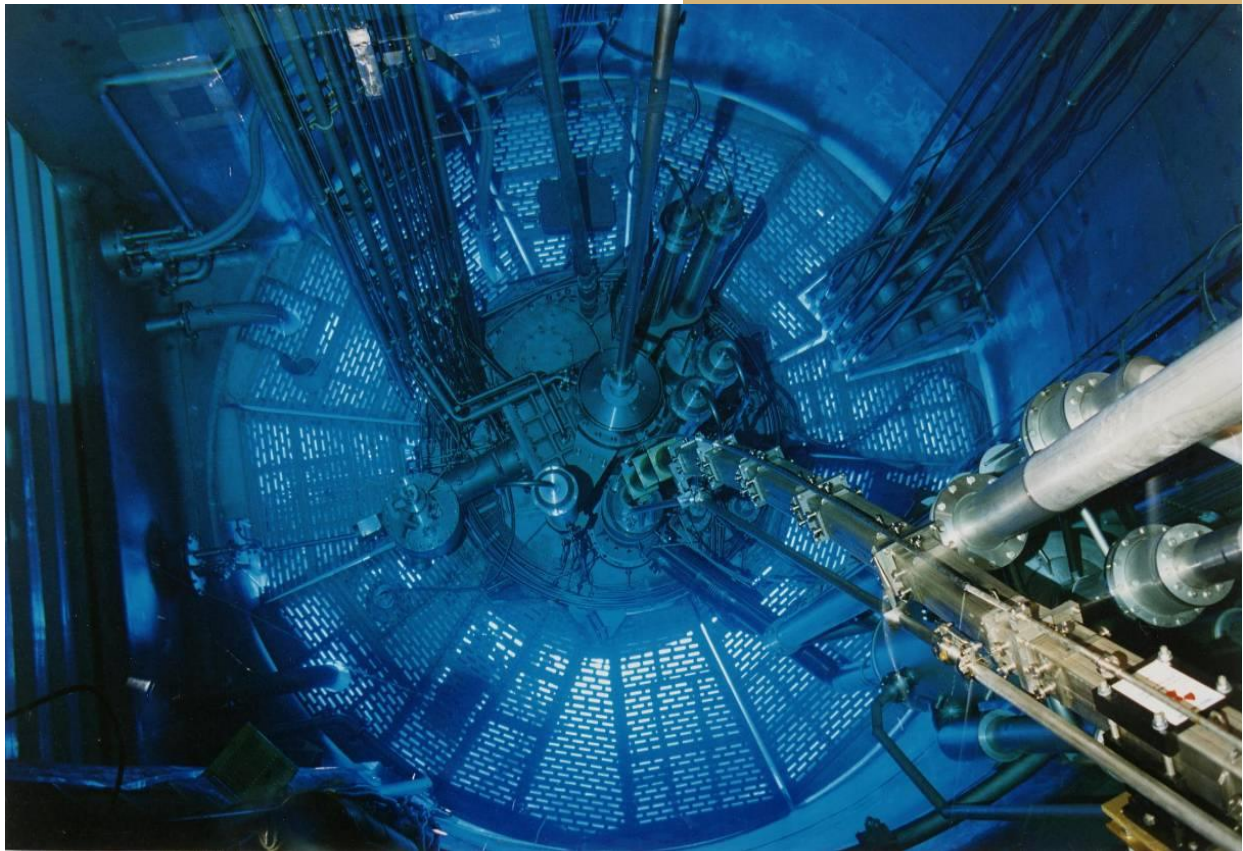


**Définition de conditions particulières  
d'application du titre III du décret 99-1046  
au compartiment du bloc pile C12  
(Soufflet manchette H1H2)**



**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  
TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  
(SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)**

Ind. A

**Champ d'application et résumé**

**Historique des évolutions**

Indice	Date	Références	Commentaires/objet des évolutions d'indice
0	17/09/2014	DRe FG/gl 2014-0693	Création du document
A	20/01/2015	DRe BD/gl 2015-0048	Prise en compte des remarques du courriel ASN du 14/10/2014 sur le RHF 504

**Destinataires**

Les signataires

Chefs de service et de groupe concernés :

Autres :

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

 <b>NEUTRONS FOR SCIENCE</b> DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 3/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12 (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

## TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>PREAMBULE/OBJECTIFS.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIPTION DES COMPARTIMENTS.....</b>	<b>5</b>
2.1	Rôle du compartiment .....	5
2.2	Caractéristiques du compartiment soufflet manchette H1H2 .....	6
2.2.1	Caractéristiques conception-fabrication.....	8
2.2.2	Caractéristiques physiques – descriptif technique :.....	10
2.3	Caractéristiques des fluides en contact avec le compartiment.....	11
2.4	Exploitation du compartiment .....	12
2.5	Localisation du compartiment.....	13
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATION DE L'INCAPACITE A REALISER LES ACTIONS REGLEMENTAIRES SUR LES COMPARTIMENTS.....</b>	<b>13</b>
3.1	Contexte.....	13
3.2	Obstacles à la réalisation des actions réglementaires .....	14
3.2.1	Vérification externe .....	14
3.2.2	Vérification interne .....	14
	L'intégralité de la paroi interne du compartiment se trouve emprisonnée entre la virole intérieure du sous-ensemble compensateur (coté bloc pile), et la virole extérieure de ce dernier (côté arrière manchette). .....	14
3.2.3	Epreuve.....	14
<b>4</b>	<b>ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE DEFAILLANCE .....</b>	<b>16</b>
4.1	Facteur fabrication .....	16
4.2	Facteur état.....	17
4.3	Facteur dégradation .....	18
4.3.1	Modes de dégradation.....	19
4.3.2	Analyse du facteur relatif aux dégradations auxquelles les compartiments sont potentiellement sensibles .....	22
4.4	Résultat probabilité de défaillance.....	24
<b>5</b>	<b>EQUIVALENCE DU NIVEAU DE SECURITE DES COMPARTIMENTS PAR RAPPORT A CELUI QUI SERAIT ETABLI PAR REALISATION DES MESURES DE DROIT COMMUN .....</b>	<b>24</b>
5.1	Préambule.....	24
5.2	Performances gestes réglementaires .....	25
5.2.1	Performances gestes compensatoires .....	26

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 4/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

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

 <b>NEUTRONS FOR SCIENCE</b> DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 5/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12 (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	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 du compartiment « soufflet manchette » H1H2-(C12) qui présente de fortes similitudes (en termes de formes, matières, conditionnement, ...) avec les autres soufflets manchettes mais qui est de taille beaucoup plus importante. 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

Ce document est particulier pour le compartiment « soufflet manchette » H1H2-(C12). Il est nécessaire de préciser que seul le compartiment soufflet manchette H1H2-(C12) présente des dimensions nettement supérieures aux autres compartiments du même type. Cela reste toutefois l'unique singularité présente par rapport aux autres compartiments « soufflets manchettes ».

### 2.1 Rôle du compartiment

Le compartiment « soufflets manchettes » réalise deux fonctions :

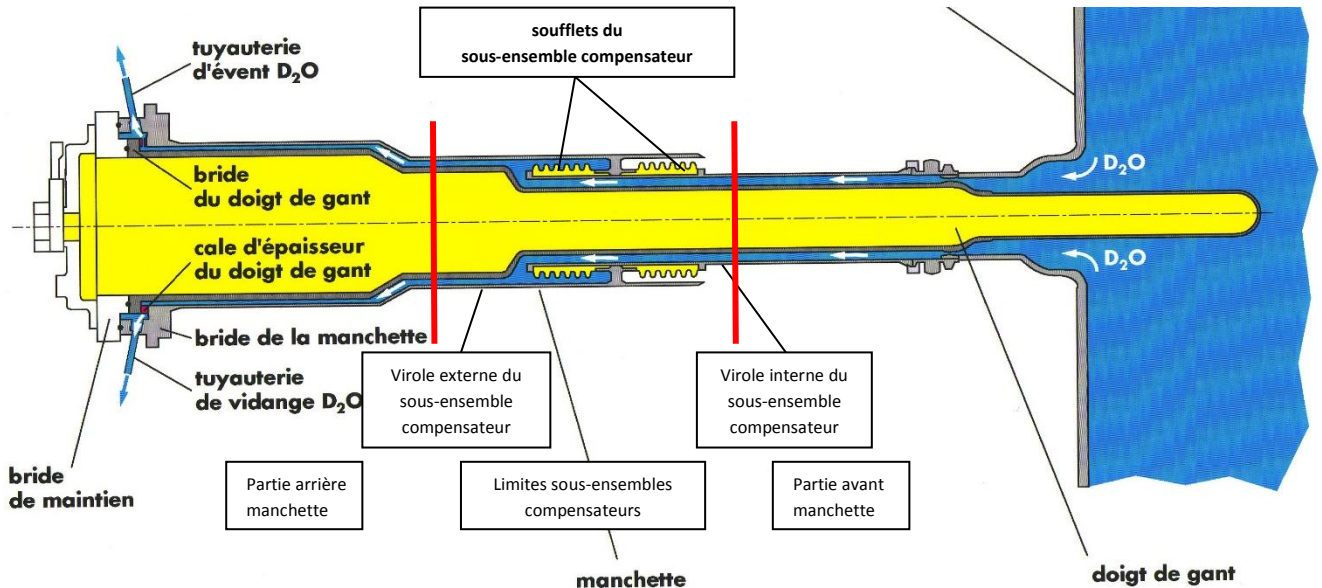
- Assurer l'étanchéité entre l'eau lourde du bloc pile (C11), l'hélium interne (C12) et l'eau légère de la piscine.
- Absorber les déformations du bloc pile par rapport aux structures rigides constituées par la piscine lors des sollicitations normales et incidentelles induites pendant le fonctionnement du réacteur.

La légère pressurisation en hélium du compartiment permet un suivi permanent des circuits et du compartiment en terme d'étanchéité : montée en pression = fuite d'un fluide pressurisé (eau lourde ou eau légère) ; baisse de pression = fuite du circuit de conditionnement vers l'extérieur.

## 2.2 Caractéristiques du compartiment soufflet manchette H1H2

La manchette, telle qu'historiquement elle a été fabriquée, est un ensemble fonctionnel prolongeant le bloc pile jusqu'à la paroi extérieure de la piscine. Cet ensemble en aluminium AG3net est formé de trois parties soudées entre elles. En partie centrale se trouve une zone déformable élastique (compensateur) constituée de deux soufflets qui forment un volume fermé : c'est le compartiment « soufflet manchette ».

**Schéma d'une manchette et son sous-ensemble compensateur**



### Partie arrière :

C'est un assemblage de plusieurs viroles cylindriques et d'une virole conique dont la partie arrière est bridée sur le génie civil de la piscine. L'étanchéité avec le fourreau est réalisée par des joints élastomères.

### Partie centrale (sous-ensemble compensateur) :

Cette partie est constituée de deux viroles concentriques de diamètres différents et reliées entre elles par deux soufflets.

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  
TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  
(SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)**

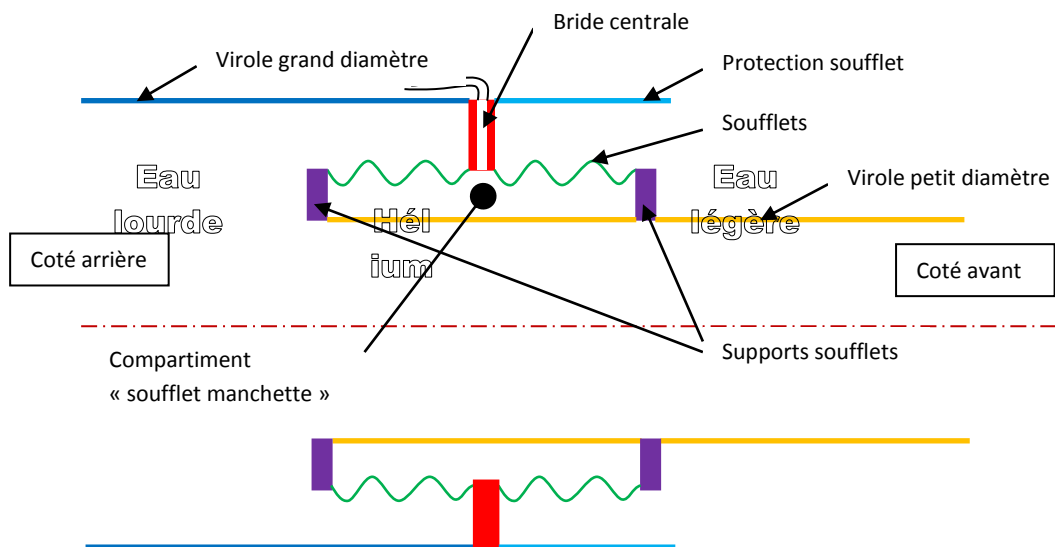
Ind. A

La virole de grand diamètre (côté arrière) est soudée à une couronne (bride centrale) qui permet la fixation des deux soufflets (de diamètres identiques) à la virole ainsi que le prolongement de la virole extérieure (protection soufflets). Les extrémités des soufflets sont soudées à des supports, tous deux soudés à la virole de petit diamètre (côté avant).

Une partie de la virole intérieure, les deux soufflets et la bride centrale forment un volume qui constitue **le compartiment « soufflet manchette »**.

Une tuyauterie connectée au niveau de la bride centrale permet le conditionnement du compartiment.

**Schéma sous-ensemble compensateur**



**Partie avant**

C'est l'assemblage d'une virole cylindrique et d'une bride spéciale permettant la connexion de la manchette au bloc pile et une étanchéité par joint métallique (avec le bloc pile).

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 8/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

### 2.2.1 Caractéristiques conception-fabrication

Le sous-ensemble compensateur, comme la manchette, est réalisé en AG3net (5754, AlMg3).

Les manchettes, dont celle du canal H1H2, ont été conçues en 1969, à l'origine du réacteur. Lors du remplacement du bloc pile durant la période 1992-1995, la manchette du canal H1H2, comme toutes les autres manchettes, a été remplacée. Une modification de conception et de réalisation a été mise en œuvre à cette occasion concernant les brides assurant l'étanchéité entre la manchette et le bloc pile.

Leur conception d'origine a été réalisée en s'appuyant sur le code ASME III en 1969 et la vérification de leurs tenues mécanique a été reprise en 1993 selon le code ASME Section III, division 1, matériel de classe 1.

Ainsi plusieurs notes ont été réalisées depuis l'origine justifiant la résistance mécanique du composant.

La première porte la référence « Note de calcul canaux, AL3C53N6003 ind. C » de 1969. Pour la partie soufflet de manchette, les paragraphes 4.1.4 et 4.3.4 font référence à une note particulière pour les soufflets métalliques Cette note porte la référence Al3C53 N6009 inde. A du 11 mars 1970 « Soufflets métalliques : note de calcul ».

La seconde porte la référence « NFM RTCS 93 011 ind. A : Etude des manchettes en AG3Net : Canaux H1H2, horizontaux, inclinés » de 1993. (selon spécification Re3C53S3013 ind. A « Vérification de la tenue mécanique des manchettes en AG3NET » (GP93-65 JT kmj mc) qui prend en compte les chargements du bloc-pile selon la spécification Re3C53S3020 ind. C « Chargement à considérer dans l'étude mécanique du bloc réacteur » (DRe 91/281 JT mc ind. C))

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

La fabrication de ce composant a été réalisée par plusieurs fournisseurs et sur plusieurs années.

La fabrication a été entamée et réalisée jusqu'à son terme par la société NEYRPIC à partir de 1983 (sous-traitance chaudronnerie à Ets THIMON devenu ensuite Girod Sisa ; sous-traitance formage soufflets à Witzenmann (RFA)). La modification de conception des étanchéités a ensuite conduit à la reprise de la manchette par le fournisseur Girod Sisa qui a réalisé les modifications de la bride avant et de la longueur en 1993-1994.



**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  
TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  
(SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)**

Ind. A

**Compartiment soufflet manchette H1H2**

Caractéristiques	316RP01B	Unités
P. maximale admissible (PS)	1	Bar rel
P utilisation	0,5 bar	Bar rel
P épreuve initiale (PE)	Pression intérieure : 2,3 (azote) Pression extérieure : 4,5 (eau démi) Soufflets seuls : 5,5 bar (intérieur)	Bar rel
T°. maximale admissible (TS)	56,5	°C
T° de fonctionnement	20 à 50	°C
Volume	55	litres
Nature du fluide	hélium	
Groupe de dangerosité	2	
Activité (compartiment)	< 370	MBq
Catégorie de risque pression	II	
Niveau ESPN	<i>N2 en tant que compartiment de l'équipement bloc pile classé N2</i>	
Classification	EIS 3 (manchette globale, compartiment « soufflet manchette » non traité spécifiquement)	
Contrôle soudure	100% radio + 100% ressuage	

Ind. A

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 10/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

## 2.2.2 Caractéristiques physiques – descriptif technique :

Le compartiment soufflet manchette H1H2 fait partie du sous ensemble compensateur de la manchette H1H2.

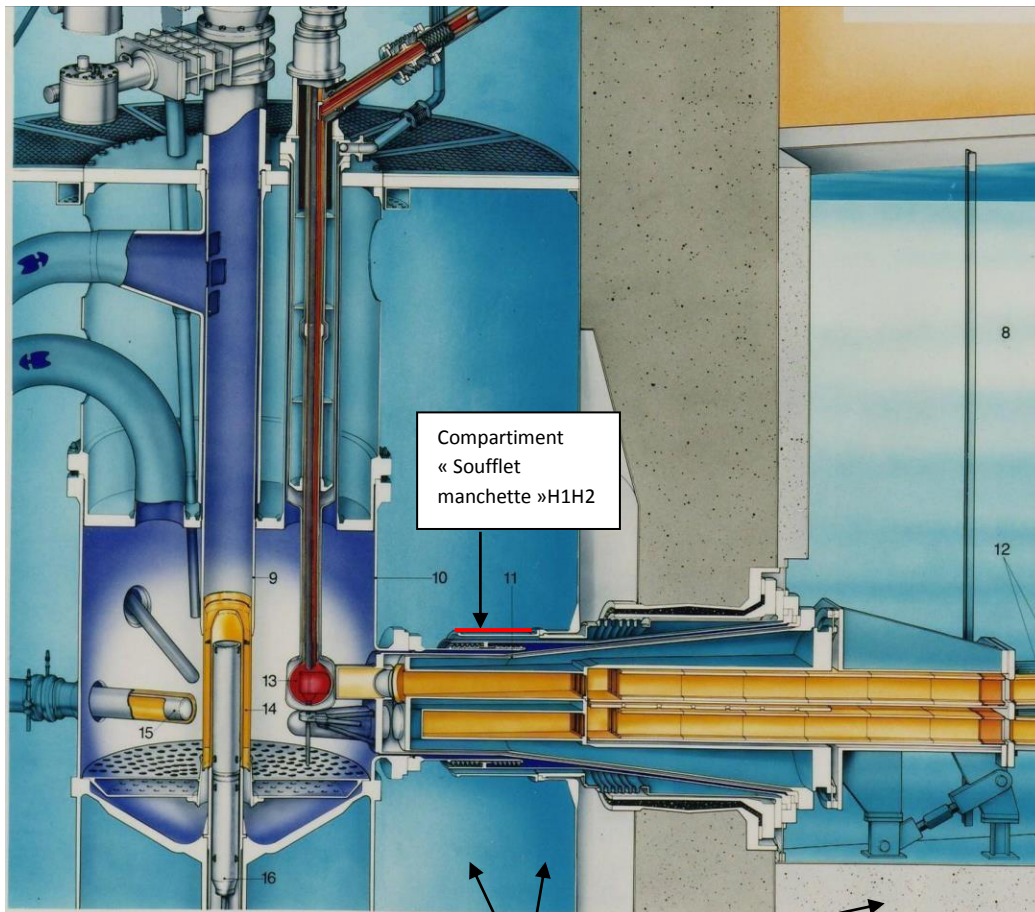
Le plan d'ensemble de la manchette H1H2 actuellement installée dans le bloc pile porte la référence 2AL 3C53 P6 3015. L'indice A de mai 1985 correspond à l'état tel que construit de celle-ci par Neyrpic. L'indice E de 1995 correspond à l'état tel que construit par Girod Sisa et contrôlé par l'ILL.

Le plan du sous-ensemble compensateur de la manchette H1H2 porte la référence 2AL 3C53 P6 3017 ind. A.

Le compartiment soufflet manchette H1H2 est constitué de:

- Virole intérieure (rep. 13/XII):  $\varnothing_{\text{int/ext}}$  : 920/940 mm, épaisseur : 10 mm, longueur 612 mm.
- Support soufflet avant (rep 13/IX):  $\varnothing_{\text{int/ext}}$  : 920/975 mm, longueur 90 mm, soudé dans le prolongement de la virole intérieure. Une préparation spéciale pour la soudure du soufflet est réalisée sur la lèvre du diamètre extérieur.
- Support soufflet arrière (rep 13/XIII):  $\varnothing_{\text{int/ext}}$  : 920/975 mm, longueur 40 mm, soudé dans le prolongement et en bout de la virole intérieure. Une préparation spéciale pour la soudure du soufflet est réalisée sur la lèvre du diamètre extérieur.
- 2 soufflets (rep. 13/VIII):  $\varnothing_{\text{int/ext}}$  : 973/1040 mm,  $\varnothing_{\text{moy}}$ : 1006,5 mm, hauteur d'ondulation 33,5 mm, épaisseur paroi: 1,75 mm, nombre d'ondulations: 10, longueur ondulée: 235 mm, longueur libre soufflet: 286 mm
- Bride centrale (rep. 13/VI):  $\varnothing_{\text{int/ext}}$  : 960/1090 mm, longueur 170 mm soudée dans le prolongement de la virole extérieure. Deux préparations de soudures identiques pour les soudures des soufflets sont réalisées sur les lèvres du diamètre intérieur.
- Embout et tuyauterie de conditionnement (rep. 13/XVII et 13/XVI):  $\varnothing_{\text{int}}$  10 mm,  $\varnothing_{\text{ext embout}}$ : 26 mm,  $\varnothing_{\text{ext tube}}$ : 13,5 mm

Les soudures sont des soudures pleine pénétration sauf la soudure particulière de l'embout rep.13/XVII sur le rep. 13/VI.



### 2.3 Caractéristiques des fluides en contact avec le compartiment

Le compartiment soufflet manchette H1H2 est conditionné en permanence en pression d'hélium à 0,5 bar.

Les différents éléments du compartiment « soufflet manchette » H1H2 participent aux étanchéités entre :

- Hélium et eau lourde pour une partie de la bride centrale, le soufflet arrière, le support soufflet arrière et la virole intérieure.
- Hélium et eau légère pour le support soufflet avant, le soufflet avant et une partie de la bride centrale (ainsi que la tuyauterie de conditionnement).

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 12/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

### 2.3.1.1 Hélium

L'hélium utilisé pour le conditionnement du compartiment « soufflet manchette » H1H2 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 soufflet manchette est réalisé en tirant au vide le compartiment puis en le 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.

Le gaz hélium dans le compartiment « soufflet manchette » H1H2 est à la température d'équilibre de la paroi du sous-ensemble compensateur avec l'eau lourde et l'eau légère dans lesquelles il baigne. Cette température en service varie entre 20°C et 40°C.

### 2.3.1.2 Eau lourde

L'eau lourde mise en œuvre dans le compartiment bloc pile 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  $Al_2O_3 \leq 4\text{mg/l}$  et le titre  $> 99,75\%$ .

L'eau en contact avec le compartiment « soufflet manchette » H1H2 est à une température entre 20 et 50°C en fonctionnement (légère circulation par la ligne de purge en partie arrière de la manchette).

### 2.3.1.3 Eau légère

L'eau légère mise en œuvre dans la piscine 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.

Sa température varie en service entre 20 et 35°C

## 2.4 Exploitation du compartiment

En fonctionnement normal le compartiment « soufflet manchette » H1H2 est conditionné en hélium à une pression de 0,5 bar.

Une petite tuyauterie ( $\varnothing 10$ ) relie le compartiment à un dispositif de conditionnement hélium qui possède une détection de fuite par bougie. En cas de fuite côté eau légère

 <b>NEUTRONS FOR SCIENCE</b> DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 13/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12 (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

(piscine) ou eau lourde (bloc pile) dans le compartiment « soufflet manchette » H1H2, l'écoulement de l'eau dans la tuyauterie de conditionnement arrive dans le dispositif de conditionnement. La détection d'eau (BF30) déclenche une alarme qui entraîne la mise en application de procédures particulières.

Le tube de détection de fuite n°1 (rep. 22'-1) permet de localiser la provenance de la fuite du compartiment « soufflet manchette » H1H2.

Une ronde hebdomadaire par les équipes de maintenance contrôle sur le manomètre la pression relative dans le dispositif de conditionnement et par conséquent celle du compartiment « soufflet manchette » H1H2.

## 2.5 Localisation du compartiment

Ce compartiment se trouve en périphérie du compartiment bloc pile (C11). Physiquement, contrairement aux autres compartiments « soufflet manchette », il se trouve dans la piscine, à mi chemin entre la paroi bloc pile et la peau piscine. Il est protégé par le support de coquille fixé sur la traversée piscine.

Une partie des parois du compartiment se trouve noyée dans l'eau de la piscine formant ainsi une paroi extérieure du récipient bloc pile et une autre partie se trouve noyée dans l'eau lourde du réacteur formant une paroi séparatrice entre C11 et C12.

## 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 le compartiment « soufflet manchette » H1H2-(C12).

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

	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 14/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12 (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

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

Pour rappel, la vérification externe est celle de l'équipement bloc pile. Par conséquent, pour ce qui concerne le compartiment « soufflet manchette », seuls le soufflet avant et une partie de la couronne inter-soufflet (qui assurent l'étanchéité entre l'hélium et l'eau légère) forment l'extérieur du bloc pile.

Rq : les autres parois sont des parois séparatrices entre deux compartiments, traitées dans chacun des compartiments (ici C11 (bloc pile BP) et C12 (soufflet manchette H1H2))

### 3.2.2 Vérification interne

L'intégralité de la paroi interne du compartiment se trouve emprisonnée entre la virole intérieure du sous-ensemble compensateur (coté bloc pile), et la virole extérieure de ce dernier (côté arrière manchette).

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

- Le composant soufflet compensateur qui constitue le compartiment soufflet manchette, est soudé sans aucun moyen d'accès adéquat permettant un contrôle visuel des parois intérieures.
- Démontage des composants impossible à mettre en œuvre sans moyens destructifs.
- Structures très irradiantes interdisant l'accès physique (zone rouge).
- Procédure de mise à disposition de l'installation lourde à mettre en place en termes de dose intégrée, de délai, d'outillage, de réglage.

### 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 (parois inaccessibles, voir ci-dessus vérifications externe et interne)

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

	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 15/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12 (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

- La présence d'eau dans le compartiment soufflets manchette est jugée inacceptable au regard des difficultés de reconditionnement en hélium du compartiment soufflet manchette avant redémarrage de l'installation.
- La mise en pression ne pourrait pas être associée à un contrôle visuel pertinent des parois du compartiment puisque 99 % d'entre elles sont inaccessibles.

Ind. A

*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 compartiment puisqu'elles sont inaccessibles. 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 5,5 bar (soufflets) 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 le compartiment soufflets manchette résultent d'impossibilités techniques liées aux caractéristiques et à la configuration des compartiments.

Le retrait des éléments internes conduit à la création d'une « zone rouge » dans toute l'aire autour de la partie arrière des compartiments soufflets manchettes et interdit 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*).

Ind. A

- *Barres de sécurité en position hautes : 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 basses : 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 ;*

Ind. A

*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	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 16/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12 (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

## 4 ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE DEFAILLANCE

### 4.1 Facteur fabrication

L'équipement bloc pile et les composants que sont les manchettes et leur compensateur, 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 0,5 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 composant manchette et le compartiment « soufflet manchette », le dossier descriptif actuel comprend :

- Les plans d'ensemble et de détails des composants manchettes.
- Les notes de calculs
- Un dossier de fabrication manchette H1H2 avec son compensateur.
  - 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, ...)

Des spécifications d'équipements ILL ont été écrites pour la réalisation du composant manchette H1H2 initial. Le cahier des charges et clauses techniques était un ensemble de spécifications concernant le soudage, les approvisionnements, les contrôles non destructifs, les épreuves (Re3C53S1002 à 1008, 1010, 1011, 1013, 1016, 1017 et 1020) ainsi que les plans d'ensemble et de détail.

Une nouvelle spécification a été établie en 1993 pour la modification de la manchette existante (Re 3C 53 S 1038). Les plans existants ont été modifiés en conformité avec les nouvelles demandes (Re 3C 53 P6 3014 à 3017).



 <b>NEUTRONS FOR SCIENCE</b> DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 17/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12 (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

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.	<b>X</b>
3	Dossier de fabrication absent	
<b>Niveau de classement final du facteur étudié</b>		
<b>2</b>		

L'équipement a été fabriqué selon les exigences de l'ILL, au moins tout aussi exigeantes qu'un code de construction à cette époque.

#### **4.2 Facteur état**

L'ensemble des manchettes et par conséquent les soufflets manchettes ont été remplacés en 1994 suite à la réfection complète du compartiment bloc pile. Actuellement, aucune durée de vie n'est attribuée aux manchettes et au compartiment « soufflets manchettes ». Cela est notamment justifié par les éléments techniques suivants :

- Composants mécaniques non soumis à un flux neutronique susceptible de produire un vieillissement du matériau.
- Matériau prévu et traité pour résister aux dégradations en milieu aqueux.
- Maitrise et suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau lourde et légère, au regard du matériau en présence
- Température de fonctionnement non critique pour les structures.

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

Les premiers composants manchettes et leur compartiment « soufflet manchette » ont été exploités dans le réacteur de 1972 à 1992. Lors de leur démontage et leur passage en poubelle, des inspections sur les compartiments « soufflet manchette » ont été réalisées.

Certains essais destructifs ont été réalisés sur des soufflets après prélèvements d'éprouvettes en cellule chaude qui ont montré qu'aucune caractéristique mécanique n'avait évolué après 20 ans d'exploitation. L'aspect visuel était satisfaisant.

 <b>NEUTRONS FOR SCIENCE</b> DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 18/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU          TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12          (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

Niveau de classement	Conditions à satisfaire	Choix
<b>1</b>	1°Équipement ne présentant aucune dégradation <b>OU</b> 2°Équipement présentant des dégradations pour lesquelles l'exploitant peut garantir de façon certaine que leur évolution en service, estimée de façon conservatrice, permet de maintenir les marges de sécurité du même ordre de grandeur que celles présentent à la conception <b>OU</b> 3°Équipement 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 conservatrice, restent couvertes par les hypothèses considérées à la conception	<b>X</b>
<b>2</b>	Équipement non classé niveau 1 et présentant des dégradations pour lesquelles l'exploitant considère que leur évolution en service, estime 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.	
<b>3</b>	Équipement 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.	
<b>Niveau de classement final du facteur étudié</b>		
<b>1</b>		

Le REX acquis sur les éléments identiques lors du premier démontage nous permet de considérer l'état du compartiment en niveau 1.

#### **4.3 Facteur dégradation**

Le retour d'expérience de l'ILL sur l'exploitation des compartiments en aluminium Ag3net est important et repose principalement sur les différentes études et les examens issus des remplacements des doigts de gant. Les conditions de fonctionnement ainsi que les

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 19/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12 (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

phénomènes physiques qui en découlent sont similaires entre les doigts de gants (parties hors bidon réflecteur) et les manchettes (et son compensateur). Du point de vue particulier des soufflets de manchettes, des essais ont été réalisés lors du démontage et la re-fabrication du bloc pile entre 1992 et 1995. Sur la base de ce constat nous pouvons considérer que le REX issu des doigts de gants aluminium et du démontage du réacteur en 1992 est représentatif des dégradations potentiellement rencontrées sur les compartiments « soufflets manchettes ».

#### 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 oligocyclique ou à grand nombre de cycles

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. En effet, le compartiment soufflet manchette H1H2 baigne dans l'eau lourde issue du combustible sans mélange d'eau (T °C stable). L'hélium présent à l'intérieur du compartiment est en équilibre thermique avec les structures. L'eau légère de la piscine est en équilibre thermique avec le bloc pile chaud et les parois extérieures.

Les variations de pressions ne sont effectives que pour le côté du bloc pile en fonction des situations de fonctionnement. Ces situations conduisent à des efforts sur le bloc pile

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 20/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

induits par les effets de fond des soufflets. Les variations de pressions et de température conduisent aux mouvements relatifs du bloc pile par rapport au génie civil de la piscine et par conséquent des déplacements des compensateurs.

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

L'ensemble des situations a été pris en compte à la conception et vérifié par calculs. Les résultats des calculs du dommage cumulé en fatigue sont de 0,05.

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 ce compartiment 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 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). Les conditions de fonctionnement des soufflets manchettes étant très similaires à celles des doigts de gant nous considérons que ce type de phénomène est également négligeable

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 puisque en fonctionnement le volume est fermé et statique.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

#### 4.3.1.5 Fluage

La température de fonctionnement des compartiments soufflets manchettes est à la limite du seuil de température du fluage négligeable selon le RCC-Mx 2008 ou RCC-MRx 2012.

Les compartiments soufflets manchette se situent en périphérie du bloc-pile. Dans une zone où la température de fonctionnement est de l'ordre de 50°C côté eau lourde, et 30°C côté eau légère.

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

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 21/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

#### 4.3.1.6 Concentrations de contraintes

Les concentrations de contraintes se produisent au voisinage d'un accident géométrique. La forme des ondes qui compose les compartiments soufflets manchettes est simple et régulière. Une attention particulière a été apportée à la conception et à la fabrication des jonctions entre les soufflets et ses supports.

Les contraintes dues aux situations de fonctionnement sont moyennes. La probabilité d'apparition d'une dégradation selon ce mode est faible.

#### 4.3.1.7 Phénomènes de corrosion localisée et généralisée

Les compartiments soufflets manchettes sont continûment remplis d'hélium pur dont les caractéristiques sont telles qu'aucun phénomène de dégradation ne peut se produire.

Les composants des compartiments soufflet manchettes sont en Ag3net qui est en contact avec l'eau lourde. L'aluminium est décapé passivé lors de la fabrication du composant permettant 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 du compartiment. L'hélium est maintenu statique à une pression de 0,5 bar relatif.

La circulation de l'eau lourde dans le compartiment bloc pile (C11) au niveau du compartiment soufflet manchette H1H2 est faible (débit de purge vers vase d'expansion) et avec une température stable.

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<sup>-2</sup>) 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.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>						Page : 22/33		
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU          TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12          (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>						Ind. A		

Concernant le compartiment « soufflet manchette » H1H2, son implantation dans l'installation fait qu'il n'est pas soumis à un flux neutronique conduisant à un vieillissement significatif.

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

#### 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 le compartiment sont très restreintes puisque seul un petit pourcentage de la surface extérieure est accessible. Aucune vérification intérieure ne peut être réalisée pendant sa durée de vie en exploitation.

Fatigue	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 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  
(SOUFFLETS MANCHETTES 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									
<b>Maîtrisée</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Non-Maîtrisée</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

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

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

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

 <b>NEUTRONS FOR SCIENCE</b> DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 24/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12 (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

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

## 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



	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 25/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12 (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

- 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.

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
$\Sigma$ PG				
Récipient à IP à 40 mois et RP à 10 ans	$\Sigma PG1_{GR}=10$	$\Sigma PG2_{GR}=10$	$\Sigma PG3_{GR}=12$	$\Sigma PG4_{GR}=12$

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 26/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU          TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12          (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

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

Ind. A

- Vérification *extérieure* et 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 est-elle celle de l'équipement ou celle du compartiment ?! D'une manière conservative, 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

- *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 des sondes déclenchant une alarme retransmise à la salle de contrôle. La température est fixée par l'eau lourde d'un côté et l'eau légère de l'autre, dans laquelle les composants soufflets manchettes baignent. 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.*

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  
TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  
(SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)**

Ind. A

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 <sub>GC</sub> =8	Σ PG2 <sub>GC</sub> =8	Σ PG3 <sub>GC</sub> =8	Σ PG4 <sub>GC</sub> =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, 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.*
- DP2 : Maitrise des caractéristiques chimiques du fluide externe. Le fluide extérieur au compartiment doigt de gant est l'eau lourde du compartiment bloc pile et eau légère de la piscine :
  - *Eau lourde : les caractéristiques de l'eau lourde du 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,*

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  
TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  
(SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)**

Ind. A

Ind. A

*donc extrêmement sensible. Elle permet de contrôler, à très bas niveau, la pureté de l'eau lourde. Aucune perte d'épaisseur n'est attendue.*

- *Eau légère : les caractéristiques de l'eau légère 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.*
- 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 (1ere 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 d'un composant doigt de gant, une inspection minutieuse d'une partie des parois séparatrices accessibles du composant « soufflet manchette » H1H2 sera réalisée (sous eau). Les inspections et contrôles destructifs réalisés sur les compartiments « soufflets manchettes » démontés lors de la reconstruction du bloc pile en 1993 ont permis de consolider spécifiquement le REX sur ces compartiments.

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 <sub>DP</sub> =3	Σ PG2 <sub>DP</sub> =3	Σ PG3 <sub>DP</sub> =6	Σ PG4 <sub>DP</sub> =6

 <b>NEUTRONS FOR SCIENCE</b> DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 29/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12 (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

### 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 <sub>GC</sub> =8	PG2 <sub>GC</sub> =8	PG3 <sub>GC</sub> =8	PG4 <sub>GC</sub> =8
$\sum PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisés})}$	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 <sub>GR</sub> =10	PG2 <sub>GR</sub> =10	PG3 <sub>GR</sub> =12	PG4 <sub>GR</sub> =12
DP proposés (tableau 3)	PG1 <sub>DP</sub> =3	PG2 <sub>DP</sub> =3	PG3 <sub>DP</sub> =6	PG4 <sub>DP</sub> =6
$\sum PG_{GR} - \sum PG_{DP}$	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 :  $PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisés})} = 8 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = 7$
- 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 :  $PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisés})} = 8 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = 6$

	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 30/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12 (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

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 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.*

Il faut également noter que les cyclages pris en compte pour les calculs sont largement pessimistes par rapport à l'usage réel des équipements. En effet, les dix premières années ont été l'objet de nombreux cyclages dus à la mise au point, aux essais, aux défauts de jeunesse du réacteur puis une utilisation plus intensive en deuxième partie de vie avec une moyenne de 4,5 cycles par an. Depuis 1995, compte tenu des périodes de maintenance et de la fiabilité du réacteur (peu d'arrêts intempestifs), le taux d'usage réel est largement inférieur au taux annoncé.

### 5.4 Evaluation des conséquences de défaillance

La rupture des soufflets compensateurs n'est pas directement prise en compte dans le rapport de sûreté de l'ILL. En effet, la fiche CF3.R6 ne prend en compte que le cas enveloppe défavorable d'une rupture importante d'une virole d'une manchette.

Dans le cas d'une perte d'étanchéité ou d'une rupture d'un soufflet du compartiment « soufflet manchette », celle-ci n'entraîne aucune conséquence sévère d'un point de vue de la sûreté nucléaire (Collecte de la fuite par la tuyauterie de conditionnement Ø10, non mélange de l'eau lourde et eau légère, ...).

La pressurisation du compartiment « soufflet manchette » est un moyen de contrôle de la défaillance et de limitation des contraintes en fonctionnement.

#### 5.4.1 Facteur conséquence sur les travailleurs

Défaillance du compartiment « soufflet manchette » H1H2 : cette défaillance conduit à l'entrée d'eau (légère ou lourde) dans le compartiment soufflet manchette H1H2. Si la

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 31/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

fuite est faible (piqûre ou fissure traversante), l'eau va s'accumuler lentement dans le compartiment. Si la fuite est importante, l'eau va possiblement remplir tout le compartiment et commencer à remplir le cercueil de détection associé. Dans les deux cas, l'eau va circuler dans la tuyauterie entre le compartiment et le cercueil et la présence d'eau est détectée par les bougies (niveau haut et bas) dans le cercueil.

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

#### 5.4.2 Facteur conséquence sur l'environnement

Aucune défaillance 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 manchette n'entraîne pas de perte de maîtrise de la réactivité du cœur.

## 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 son compartiment « soufflet manchette » H1H2-(C12).

Ind. A | *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 504 ind. A.*

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 32/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

Ind. A

*Pour rappel, les opérations particulières proposées sont :*

- *Suivi permanent des paramètres physiques internes du compartiment C12 : 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 au compartiment C12 ;*
- *Maîtrise des caractéristiques chimiques des fluides externes au compartiment C12 ;*
- *Maitrise et maintien des paramètres d'exploitation permettant de garantir le respect des plages de fonctionnement prises en compte dans l'étude d'expert.*

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

*Inspections périodiques sous la responsabilité de l'exploitant*

*Les inspections périodiques, compte tenu de notre évaluation des mécanismes d'endommagements possibles et de notre REX pour le compartiment C12, seront réalisées avec une périodicité fixée à 40 mois. L'inspection périodique sera réalisée sous la responsabilité de l'exploitant et comprendra :*

- *La vérification des éléments définis dans le présent document (RHF 504 ind. A) concernant :*
  - *Demandes de dispenses de gestes réglementaires pour :*
    - *Vérification externe tous les 40 mois du compartiment C12*
    - *Vérification interne tous les 40 mois du compartiment C12*
  - *Respect des conditions particulières proposées en regard des dispenses ci-dessus :*
    - *Suivi permanent des paramètres physiques internes du compartiment C12 ;*
    - *Test d'étanchéité par suivi de la pression interne avant chaque cycle,*
    - *Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide interne au compartiment C12 ;*
    - *Maîtrise des caractéristiques chimiques des fluides externes au compartiment C12 ;*
    - *Maitrise et maintien des paramètres d'exploitation permettant de garantir le respect des plages de fonctionnement prises en compte dans l'étude d'expert.*



 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	<b>Rapport RHF n° 504</b>	Page : 33/33
	<b>TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  (SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)</b>	Ind. A

Ind. A

Requalification périodiques sous la responsabilité d'un OHA.

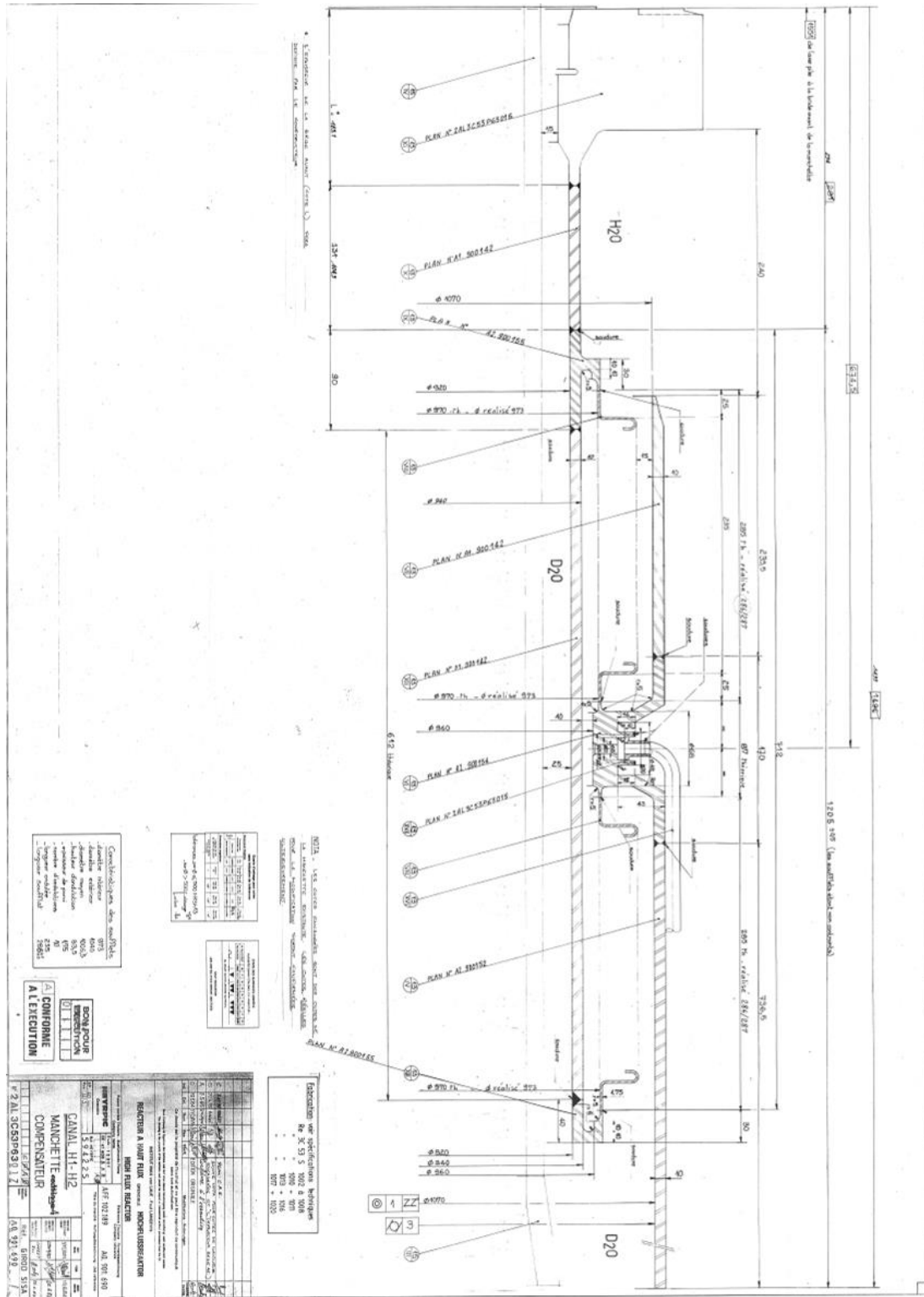
*L'intervalle des requalifications périodiques concernant l'équipement « bloc pile » multi-compartiments, ne contenant pas de fluide toxique ou corrosif pour les parois est fixé à 10 ans. La requalification périodique sera réalisée sous la responsabilité d'un OHA et comprendra entre autre, pour ce qui concerne le compartiment C12 :*

- *La vérification des éléments définis dans le présent document (RHF 504 ind. A) concernant :*
  - *Demandes de dispenses de gestes réglementaires pour :*
    - *Vérification externe tous les 40 mois du compartiment C12*
    - *Vérification interne tous les 40 mois du compartiment C12*
    - *Epreuve hydraulique tous les 120 mois du compartiment C12*
  - *Respect des conditions particulières proposées en regard des dispenses ci-dessus :*
    - *Suivi permanent des paramètres physiques internes du compartiment C12 ;*
    - *Test d'étanchéité par suivi de la pression interne avant chaque cycle,*
    - *Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide interne au compartiment C12 ;*
    - *Maîtrise des caractéristiques chimiques des fluides externes au compartiment C12 ;*
    - *Maîtrise et maintien des paramètres d'exploitation permettant de garantir le respect des plages de fonctionnement prises en compte dans l'étude d'expert.*
- *La vérification de l'adéquation et de l'existence du POES pour le compartiment C12*
- *La vérification de la présence des éléments de preuve attendus par le RHF 504 ind. A et les POES dans le dossier d'exploitation.*

TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU  
TITRE III DU DECRET 99-1046 AU COMPARTIMENT DU BLOC PILE C12  
(SOUFFLETS MANCHETTES H1H2)

Ind. 0

ANNEXE 1 – Plan sous-ensemble compensateur – manchette  
H1H2



ANNEXE 1 – Plan manchette H1H2

