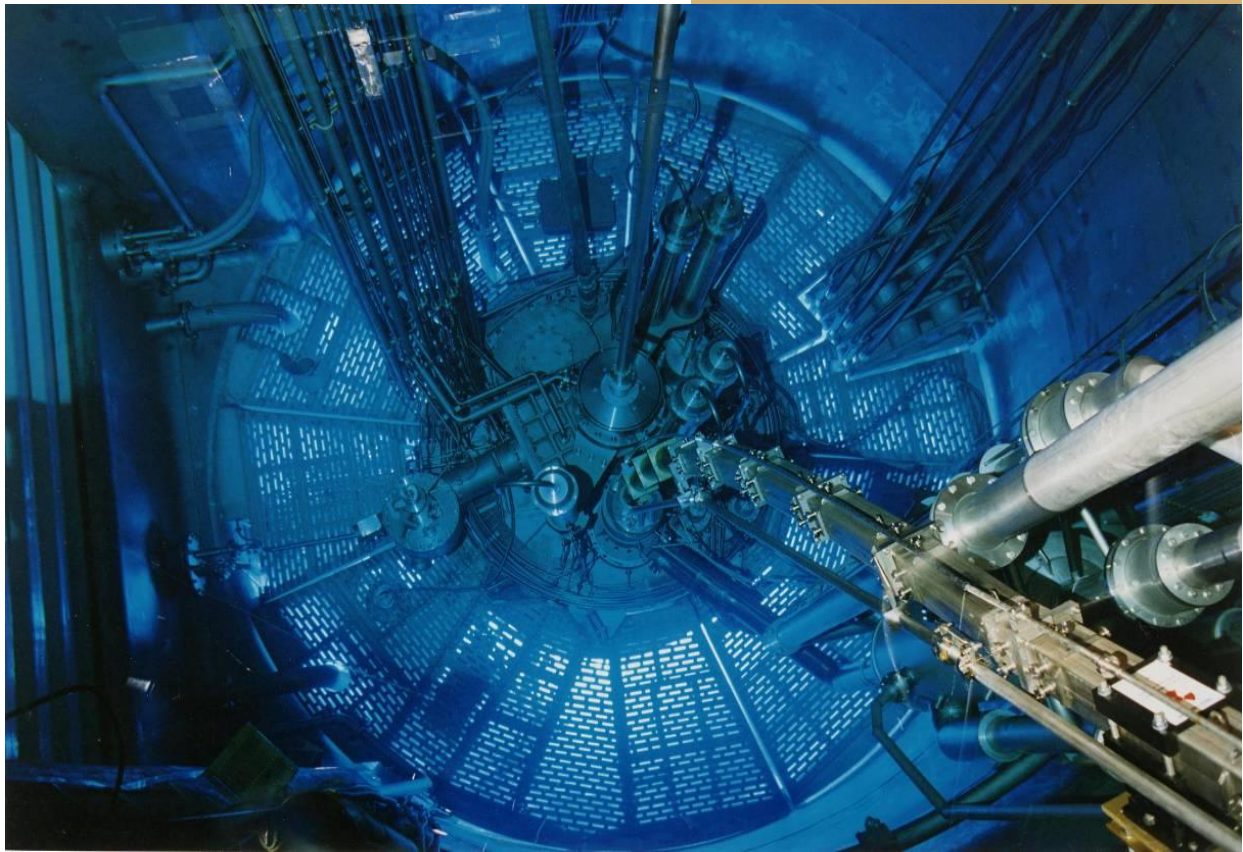


**Définition de conditions particulières
d'application du titre III du décret 99-1046 aux
compartiments du bloc-pile
C41 et C43 (doigts de gant H9 et H11)**





NEUTRONS
FOR SCIENCE
DIVISION REACTEUR

Rapport RHF n° 492

Page : 2/48

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

Champ d'application et résumé

Historique des évolutions

Indice	Date	Références	Commentaires/objet des évolutions d'indice
0	20/06/2014	DRe FG/gs 2014-0498	Création du document
A	22/01/2015	DRe FF/gl 2014-0050	Modification suite à la réunion avec la DEP du 1/10/2014

Destinataires

Les signataires

Chefs de service et de groupe concernés :

Autres :

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

	Rapport RHF n° 492	Page : 3/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

TABLE DES MATIERES

1	PREAMBULE/OBJECTIFS	6
2	DESCRIPTION DU COMPARTIMENT	6
2.1	Rôle du compartiment	6
2.2	Caractéristiques du compartiment.....	7
2.2.1	Caractéristiques du composant doigt de gant	8
2.2.2	Caractéristiques du composant bride de maintien doigt de gant	10
2.2.3	Caractéristiques du composant carter VS (H11)	11
2.2.4	Caractéristiques du composant carter bloc mécanismes (H9).....	12
2.2.5	Caractéristiques des fluides en contact avec le compartiment	13
2.2.6	Caractéristiques des accessoires sous pression raccordés	14
2.3	Exploitation du compartiment	15
2.3.1	Compartiment C43 (H11).....	15
2.3.2	Compartiment C41 (H9).....	15
2.4	Localisation du compartiment.....	16
3	JUSTIFICATION DE L'INCAPACITE A REALISER LES ACTIONS REGLEMENTAIRES SUR LE COMPARTIMENT	17
3.1	Préambule.....	17
3.2	Contexte.....	17
3.3	Obstacles à la réalisation des actions réglementaires	18
3.3.1	Vérification externe	18
3.3.2	Vérification interne	18
3.3.3	Epreuve	18
3.3.4	Conclusion partielle.....	19
4	ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE DEFAILLANCE	20
4.1	Composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)	20
4.1.1	Facteur fabrication du compartiment doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43).....	20
4.1.2	Facteur état : composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)	21
4.1.3	Facteur dégradation du composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)	22
4.1.4	Modes de dégradation du composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)	22
4.1.5	Analyse du facteur relatif aux dégradations auxquels le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43) est potentiellement sensible.....	25
4.1.6	Résultat de la probabilité de défaillance du composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43).....	27

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

4.2	Composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes.....	27
4.2.1	Facteur fabrication pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes.....	27
4.2.2	4Facteur état pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes.....	28
4.2.3	Facteur dégradation pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes.....	29
4.2.4	Modes de dégradation pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes.....	29
4.2.5	Analyse du facteur relatif aux dégradations auxquelles les composants carter VS, bride de maintien et carter bloc mécanismes sont potentiellement sensibles ...	32
4.2.6	Résultat probabilité de défaillance pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes.....	33
5	EQUIVALENCE DU NIVEAU DE SECURITE DU COMPOSANT DOIGT DE GANT H9-(C41) ET H11-(C43) PAR RAPPORT A CELUI QUI SERAIT ETABLI PAR REALISATION DES MESURES DE DROIT COMMUN.....	34
5.1	Préambule.....	34
5.2	Performances gestes réglementaires pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)	35
5.3	Performances gestes compensatoires pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)	36
5.4	Performances des dispositions préventives pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)	37
5.5	Analyses des performances et des niveaux de sécurité pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)	38
5.5.1	Performances des dispositions retenues pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)	38
5.5.2	Performances des dispositions réglementaires diminuées des dispositions préventives pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)	39
5.5.3	Comparaisons des performances pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)	39
5.5.4	Conclusion niveau de sécurité pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43).....	39
6	EQUIVALENCE DU NIVEAU DE SECURITE DES COMPOSANTS CARTER VS, BRIDE DE MAINTIEN ET BLOC MECANISMES PAR RAPPORT A CELUI QUI SERAIT ETABLI PAR REALISATION DES MESURES DE DROIT COMMUN.....	40
6.1	Préambule.....	40
6.2	Performances gestes réglementaires pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes	41

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

6.3	Performances gestes compensatoires pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes	41
6.4	Performances des dispositions préventives pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes	42
6.5	Analyses des performances et des niveaux de sécurité pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes	43
6.6	Performances des dispositions retenues pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes	43
6.6.1	Performances des dispositions réglementaires diminuées des dispositions préventives pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes.....	44
6.6.2	Comparaisons des performances pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes.....	44
6.6.3	Conclusion niveau de sécurité pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes	44
7	EVALUATION DES CONSEQUENCES DE DEFAILLANCE DES COMPARTIMENTS.....	45
7.1	<i>Facteur conséquence sur les travailleurs</i>	<i>45</i>
7.2	<i>Facteur conséquence sur l'environnement</i>	<i>45</i>
7.3	<i>Facteur conséquence sur d'autres EIP.....</i>	<i>46</i>
8	CONCLUSIONS GENERALE RELATIVE AUX COMPARTIMENTS C41 ET C43	46

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 6/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	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 les cas particuliers de deux compartiments « doigts de gant » H9 (C41) et H11 (C43) qui présentent de fortes similitudes (en termes de formes, matières, conditionnement, ...). Il consigne l'analyse réglementaire et technique permettant de déterminer les mesures à mettre en œuvre et compensant la non réalisation de certaines dispositions réglementaires de l'arrêté du 12/12/2005 relatif aux ESPN, pour les compartiments H9 (C41) et H11 (C43).

2 DESCRIPTION DU COMPARTIMENT

Ce document est générique pour les 2 compartiments semblables H9 (C41) et H11 (C43). Afin d'être le plus concret possible, pour la suite du document, un exemple est pris avec le compartiment doigt de gant H11 (C43). Pour certaines spécificités, notamment du point de vue des composants carter, le document traite en parallèle les deux compartiments.

2.1 Rôle du compartiment

La fonction principale du doigt de gant est de permettre d'extraire les neutrons du cœur vers l'extérieur de la piscine. Dans le cas particulier du doigt de gant H9, il permet aussi l'insertion d'une cible/source en partie extrême avant et l'étude des rayonnements de celle-ci. Il assure en partie avant une étanchéité de l'eau lourde par rapport à l'intérieur du compartiment doigt de gant et en partie arrière une étanchéité entre l'intérieur du compartiment doigt de gant en hélium et le hall du niveau C du bâtiment réacteur.

Afin d'améliorer la sûreté de l'installation et dans les cas où ce point est acceptable d'un point de vue scientifique expérimental, les doigts de gant sont pressurisés en pression d'hélium, ce qui diminue le delta de pression entre l'extérieur et l'intérieur du composant doigt de gant et permet aussi, en cas de défaillance du doigt de gant, de diminuer la vitesse de remplissage en eau du doigt de gant (donc la vitesse de variation de l'anti réactivité).

Dans le cas de nos deux compartiments, seul le compartiment H11 (C43) est pressurisé tandis que le compartiment H9 (C41) est maintenu sous vide (secondaire) en exploitation.

	Rapport RHF n° 492	Page : 7/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

2.2 Caractéristiques du compartiment

Le compartiment doigt de gant est réalisé par l'assemblage boulonné de 3 composants :

1. Le composant doigt de gant : c'est lui, par sa forme, qui donne le nom du compartiment. Il baigne dans l'eau lourde et est inséré dans la manchette.
2. Le composant bride de maintien doigt de gant : cette bride permet la fixation du doigt de gant sur la manchette. Elle prend en sandwich la bride du composant doigt de gant et assure l'étanchéité du circuit eau lourde avec l'extérieur (hall du réacteur) et l'intérieur du doigt de gant. Elle prolonge la virole du doigt de gant.
3. **Pour H11**, le composant carter VS : ce carter, d'un point de vue de la pression, ferme le compartiment doigt de gant en se fixant sur la bride de maintien. C'est le seul accès au compartiment et il permet par ses traversées la commande des mouvements du bouchon interne.

Ind. A

ou

Pour H9, le composant « carter bloc mécanismes » : ce carter, d'un point de vue de la pression, ferme le compartiment doigt de gant en se fixant sur la bride de maintien. C'est le seul accès au compartiment et il permet par ses traversées la commande et le blocage des mouvements du charriot porte source/cible.

Le compartiment H9 (C41) est exploité sous vide et par conséquent à une pression inférieure à 0,5 bar.

Le compartiment H11 (C43) est pressurisé en hélium en début de cycle à 1 bar. Cet hélium est un hélium industriel issu de bouteilles B50.

Caractéristiques	316RPH11	Unités
P. maximale admissible (PS)	1,2	Bar rel
P utilisation	0,8 à 1,2	Bar rel
P épreuve initiale (PE)	1,5 (composant doigt de gant) Pas d'information pour la bride de maintien et le carter VS	Bar rel
T°. maximale admissible (TS)	50 (localement 80°C)	°C

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 8/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

T° de fonctionnement	20 à 50 (localement 80°C)	°C
Volume (réel/effectif)*	355 / 155*	litres
Nature du fluide	Hélium industriel	
Groupe de dangerosité	2	
Activité (compartiment)	< 370	MBq
Catégorie de risque pression	II (par application du tableau 1)	
Niveau ESPN	N2 (<i>en tant que compartiment de l'équipement bloc pile classé N2</i>)	
Classification	EIS 1 pour la bride de maintien du doigt de gant EIS 2 pour le composant doigt de gant EIS 3 pour le carter VS	
Contrôle soudure	100% radio + 100% ressuage	

Ind. A

* D'un point de vue réglementaire il est admis que le volume à prendre en compte est le volume effectif du récipient en fonctionnement. Pour le cas du compartiment doigt de gant, le volume de l'enceinte résistant à la pression est de 355 litres. Par contre, le doigt de gant ne fonctionne jamais sans la présence, dès son installation dans le réacteur, d'un bouchon de protection. Le volume de ce bouchon est de 200 litres. Ainsi le volume effectif en fonctionnement du compartiment doigt de gant est $355 - 200 = 155$ litres.

2.2.1 Caractéristiques du composant doigt de gant

Le composant doigt de gant est réalisé en Zircaloy-4. Cet alliage possède des propriétés très intéressantes dont une certaine transparence aux neutrons, une faible activation et une tenue sous flux supérieure à celle de l'aluminium Ag3net. Les enveloppes extérieures des sources froides verticale et horizontale sont réalisées dans ce matériau.

2.2.1.1 Caractéristiques physiques (exemple H11)

Le composant est un élément tubulaire constitué de plusieurs sections réalisées à partir de viroles et de pièces de jonctions dont l'extrémité est fermée par un embout sphérique. Il est installé en position horizontale. (Voir plans Re3C53 SD P6 1710, Re3C53 SD P6 1711, Re3C53 SD P6 1712 pour ddg H11).

	Rapport RHF n° 492	Page : 9/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

Il mesure environ 4,68 m pour un diamètre maximal de la bride arrière de 655 mm. Cette bride est la bride principale et permet la fixation du doigt de gant.

La succession de portions est la suivante :

- Bride principale avec une épaisseur de collerette de 50 mm
- Viroles d'épaisseur 15 mm, de diamètre intérieur Ø515 et de longueur 650 mm (2x325mm, soudure circulaire)
- Réduction tronconique d'épaisseur 15 mm et de longueur 180 mm
- Virole d'épaisseur 15 mm, de diamètre intérieur Ø380 et de longueur 292 mm avec un délardage d'une longueur de 11 mm au niveau de la portée de lunette pour atteindre une épaisseur de 10 mm.
- Réduction tronconique d'épaisseur 10 mm et de longueur 117 mm
- Virole d'épaisseur 6 mm, de diamètre intérieur 230 mm et de longueur 1869 mm
- Centreur de diamètre intérieur 200 mm, diamètre extérieur 250 mm et de longueur 200 mm.
- Virole d'épaisseur 6 mm, de diamètre intérieur 200 mm et de longueur 1167 mm
- Embout de forme sphérique d'épaisseur 3 mm, de diamètre intérieur 200 mm de longueur 133 mm.

Toutes les portions sont assemblées par assemblages permanents bout à bout et en pleines pénétrations.

Compte tenu du flux important du réacteur, dès l'origine, il a été prévu de remplacer ce composant périodiquement. Il est par conséquent prévu d'être démontable et découpé en deux parties pour être évacué. La fréquence de remplacement de doigt de gant en AG3 net, qui dépend du nombre de jours de fonctionnement du réacteur en équivalent pleine puissance (JEPP), est de l'ordre 2112 JEPP correspondant à 8 à 12 ans d'exploitation.

Pour les doigts de gant en Zircaloy-4, la durée de vie en JEPP est de 14400 JEPP correspondant à une durée d'exploitation sept fois plus importante que les doigts de gant classiques. Ces doigts de gant, à l'échelle de l'installation, ont une durée de vie non limitée.

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.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 10/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

Sa conception d'origine a été réalisée en s'appuyant sur le code ASME III en 1969 et repris en 1992 selon l'ASME section III, division 1, matériel de classe 1. A l'origine, les doigts de gant étaient réalisés en AG3net.

Bien que nettement plus couteuse, la réalisation des doigts de gants H9 et H11 en Zircaloy-4 est un choix technologique et ALARA qui permet à l'ILL de bénéficier d'un composant dont la durée de vie est multipliée par sept par rapport à celle de l'aluminium. Cela permet donc à l'ILL de réduire drastiquement la probabilité d'intervention sur cet équipement dont la taille et la situation compliquent d'autant plus les interventions. En effet, toute intervention sur le doigt de gant oblige la manutention importante d'équipements très irradiants en partie arrière de celui-ci.

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

Plusieurs notes de calcul ont été réalisées depuis l'origine justifiant la résistance mécanique du composant. La dernière s'appuie sur le code RCC-Mx. Référence de la note de calcul : DV_PPEL-F 2010 DC 10033 ind.C et prend en compte le changement de matière (Zircaloy4).

La dernière fabrication de ces composants a été réalisée par :

- un sous-traitant chaudronnier de l'ILL (SDMS) en 2003 pour H11,
- un sous-traitant chaudronnier de l'ILL (JM Industrie) en 2003 pour H9.

2.2.2 Caractéristiques du composant bride de maintien doigt de gant

Le composant bride de maintien doigt de gant est réalisé en inox.

2.2.2.1 Caractéristiques physiques

Le composant est une bride usinée avec trois faces/plans fonctionnels. Installé, son axe est à l'horizontal. (Voir plan Re 3C 53 P6 111 planches 1 et 2)

Ses dimensions sont :

Ø ext : 830 mm

Ø int : 515 mm

Epaisseur : 98,27 mm

Les perçages sur le diamètre extérieur de la bride permettent sa fixation sur la bride de maintien manchette.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 11/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

Les trous taraudés sur le diamètre intérieur permettent la fixation du carter VS ou bloc mécanismes.

Trois rainures à 120° permettent l'arrêt en translation du bouchon à l'intérieur du compartiment doigt de gant.

2.2.2.2 Caractéristiques conception - fabrication

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

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

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

Plusieurs notes de calcul ont été réalisées depuis l'origine justifiant la résistance mécanique du composant. La dernière s'appuie sur le code RCC-Mx. Référence de la note de calcul : DV_PPEL-F 2010 DC 10033 ind. C.

La fabrication de ce composant a été réalisée par un sous-traitant usineur de l'ILL en 1995

2.2.3 Caractéristiques du composant carter VS (H11)

Le composant carter VS est réalisé en aluminium AG3.

2.2.3.1 Caractéristiques physiques

Le composant est un carter moulé dont l'ensemble des faces fonctionnelles a été usiné. (Voir plan Re9C21 P03 59 bouchon rotor)

Ses dimensions sont :

Carter VS Rotor
Ø ext : 740 mm
Ø int : 250 mm
Epaisseur : 110 mm

Les perçages sur le diamètre extérieur permettent la fixation du carter sur la bride de maintien doigt de gant.

Les trous lamés sur le diamètre intérieur permettent la fixation de la vanne de sécurité.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 12/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

Des ouvertures permettent le passage des mécanismes ainsi que le conditionnement du doigt de gant.

2.2.3.2 Caractéristiques conception - fabrication

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

Une note de calcul (cahier B, annexe B1, Bouchon central de protection, AL905N(p)201 ind.A) traite du carter VS.

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

2.2.4 Caractéristiques du composant carter bloc mécanismes (H9)

Le composant carter bloc mécanisme est réalisé en inox type 304.

2.2.4.1 Caractéristiques physiques

Le composant est un carter chaudronné, réalisé à partir de brides, virole, tubes et fond plat et dont l'ensemble des faces fonctionnelles a été usiné. (Voir plan Re9C17 P13 801).

Ses dimensions sont :

Diamètre intérieur bride principale : 515 mm

Diamètre intérieur bride fixation vanne de sécurité : 300 mm

Longueur du carter bloc mécanisme : 300 mm

Les perçages sur le diamètre extérieur permettent la fixation du carter sur la bride de maintien doigt de gant.

Les trous sur le diamètre Ø395 permettent la fixation de la vanne de sécurité.

Des ouvertures permettent le passage des mécanismes de contrôle du charriot ainsi que le conditionnement du doigt de gant. Les larges ouvertures (principalement radiales) sont des piquages DN100 à DN150 dans lesquelles viennent s'insérer des modules mécaniques assurant des fonctions de guidage, d'entraînement ou de blocage du charriot.

2.2.4.2 Caractéristiques conception - fabrication

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

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

Titulaire du marché : CEA CENG AME.

 <p>NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR</p>	Rapport RHF n° 492	Page : 13/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

2.2.5 Caractéristiques des fluides en contact avec le compartiment

Le compartiment est conditionné en permanence en pression d'hélium à 1 bar pour H11 et sous vide pour H9.

Le composant doigt de gant et le composant bride de maintien sont des parois séparatrices entre l'eau lourde du compartiment bloc pile BP (C11) et l'hélium.

Le composant carter VS est une paroi séparatrice entre l'air du hall et l'hélium.

Le composant carter bloc mécanismes est une paroi séparatrice entre l'air du hall et le vide.

2.2.5.1 Hélium

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

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

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

2.2.5.2 Eau lourde

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

La conductivité et le pH de l'eau sont contrôlés en permanence par des sondes. Ses caractéristiques sont : conductivité inférieure à $1.5\mu\text{S.cm}^{-1}$ et pH entre 4,6 et 5,6.

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

L'eau en contact avec le composant doigt de gant est à une température entre 20 et 50°C en fonctionnement.

2.2.5.3 Air du hall

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

	Rapport RHF n° 492	Page : 14/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

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

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

2.2.5.4 Vide

Le vide est un vide secondaire de l'ordre de 10^{-5} à 10^{-6} mbar pour des besoins scientifiques.

Lorsque le vide est cassé, le volume est rempli en hélium à 1 bar absolu (0 bar relatif).

2.2.6 Caractéristiques des accessoires sous pression raccordés

Une vanne dite de sécurité est raccordée sur le carter VS ou le carter bloc mécanismes. Elle a pour rôle d'isoler le compartiment doigt de gant vis-à-vis de l'extérieur en cas de détection de fuite d'eau dans le doigt de gant. Cette fonction de sûreté permet de retrouver l'étanchéité globale du circuit primaire, eau lourde, en cas de fuite sur le composant doigt de gant.

Les vannes équipant les canaux sont des vannes spécifiques, fabriquées par le fournisseur VAT selon son savoir faire et selon la spécification ILL Re 3C 53 S 2044.

Ses caractéristiques principales sont :

- *Vannes de type tiroir, à commande pneumatique par piston à double effet,*
 - *Boîtier et clapet en alliage léger (pour tenue à l'irradiation et l'activation)*
 - *En situation d'utilisation, pression intérieure de 1 bar, différentiel maximal de pression sur le clapet de 1 bar et étanchéité garantie de 10^{-9} atm.cm³.s⁻¹ pour le corps et 10^{-8} atm.cm³.s⁻¹ pour le siège*. Exigences identiques sous vide.*
 - *Conception pour une pression intérieure de 4,5 bar, différentiel maximal de pression sur le clapet de 4,5 bar et pas de fuite détectable en eau de l'opercule et du siège**
 - *Epreuve hydraulique ou pneumatique du carter à 5 bar en fin de fabrication.*
 - *Diamètre de passage variant de 65 à 250 mm,*
 - *Temps de fermeture de l'ordre de 3 secondes,*
- * : pour une pression de 4 bar sur le vérin de commande*

Ind. A

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 15/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

2.3 Exploitation du compartiment

2.3.1 Compartiment C43 (H11)

Le compartiment doigt de gant est un volume fermé pressurisé en hélium à 1 bar.

Une platine commune à plusieurs doigts de gant permet de réaliser les conditionnements de ces compartiments doigts de gant. Pour le cas du compartiment C43 (H11), le schéma PID de cette platine « Circuit 939 - Platine DdG H8, H10, H11, IH2, IH4 et membrane H9 » porte la référence 3C-53-P6-296-PL1/3 Ind. A

Avant chaque cycle, le conditionnement des compartiments doigt de gant est vérifié dans le cadre d'une procédure d'essai avant démarrage. Pour le cas du compartiment doigt de gant H11 (C43), la pression est contrôlée par le pressostat 939P05 et le manomètre 939MP05. En cas de nécessité, le compartiment doigt de gant est soit regonflé par le lignage des vannes 939V08 et 939V02 soit pompé au vide (939PPS3) par le lignage des vannes 939V08 et 939V03.

La pression d'exploitation normale du compartiment doigt de gant est comprise entre 0,9 à 1,1 bar.

La surveillance permanente de ce compartiment est basée sur deux mesures avec alarme en Salle de Contrôle :

- 939MP05 : mesure de la pression compartiment doigt de gant : alarme pression basse à 0,8 bar.
- BF55: bougie de détection de présence d'eau : alarme présence d'eau en 1/3 et fermeture de la vanne VS si présence d'eau en 2/3.

Une ronde hebdomadaire par les équipes de quart contrôle sur le manomètre 939P05 la pression relative dans le doigt de gant.

2.3.2 Compartiment C41 (H9)

Le compartiment doigt de gant est un volume fermé sous vide.

Une platine dédiée au conditionnement du doigt de gant H9 et de l'ensemble de l'installation aval de la VS permet l'exploitation de l'instrument scientifique dans sa globalité et la maîtrise de la sûreté de la ligne.

Pour le compartiment C41 (H9), le schéma PID de cette platine « Synoptique circuit de vide 931 » porte la référence Re9C17P 080.

Avant chaque cycle, le conditionnement des compartiments doigt de gant est vérifié dans le cadre d'une procédure d'essai avant démarrage. La pression d'exploitation normale du compartiment doigt de gant est inférieure à $5 \cdot 10^{-2}$ mbar.

La surveillance permanente de ce compartiment est basée sur deux mesures avec alarme en Salle de Contrôle :

- 931S2-H2 : mesure de vide du compartiment doigt de gant : alarme haute à $5 \cdot 10^{-2}$ mbar.

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

- BF53: bougie de détection de présence d'eau : alarme présence d'eau en 1/3 et fermeture de la vanne VS si présence d'eau en 2/3.

Une ronde hebdomadaire par les équipes de quart contrôle sur la jauge à vide 931S2-H2 la pression absolue dans le compartiment doigt de gant.

2.4 Localisation du compartiment

Ce compartiment se trouve à l'intérieur du bâtiment réacteur, en partie dans la piscine réacteur et dans le hall du niveau C du réacteur.

Le bridage arrière (bouchon en place, fermé et réacteur à l'arrêt) est accessible sur la paroi extérieure de la piscine dans une casemate.

Dans le cas du compartiment H9, il est nécessaire d'attendre quelques jours de décroissance après l'arrêt du réacteur pour entrer de courtes périodes dans la casemate H9. La zone reste fortement irradiante (dernier remplacement pour maintenance corrective de la vanne VS : 1,2 mSv individuelle et 6 mSv collectif).



Photo : vue du bridage arrière du doigt de gant H9

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 17/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

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

3.1 Préambule

Dans le cadre de cette étude il a été mis en évidence des singularités relatives aux DDG Zircaloy-4 vis-à-vis des doigts de gants en aluminium Ag3net.

C'est dans un objectif de continuité de cette réflexion, qu'il nous est apparu nécessaire de solliciter une exonération de réalisation des visites internes et d'épreuve hydraulique qui couvrent à la fois le composant doigt de gant, mais également les composants : carter VS, bride de maintien et carter bloc mécanismes.

Cette demande singulière, s'inscrit en cohérence avec l'absence de remplacement des doigts de gants H9 et H11 qui ne garantit pas la possibilité de répondre à un planning de visites régulières, ou de permettre une mise à disposition convenable du compartiment pour réaliser les examens réglementaires.

C'est pourquoi le déroulement de la méthode analytique CODEP DEP-23013-034129 qui suit, portera à la fois sur le composant principal doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43) ainsi que sur les composants carter VS, bride de maintien et carter bloc mécanismes. La finalité étant de démontrer, que cette demande d'aménagement s'avère pertinente au regard des exigences réglementaires imposées par l'AM du 12/12/2005.

3.2 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 le compartiment concerné, ici un compartiment doigt de gant.

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.

	Rapport RHF n° 492	Page : 18/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

- Une requalification Périodique (RP) tous les dix ans comportant une inspection de requalification du compartiment, une épreuve hydraulique à PE=120% PS du compartiment et la vérification de l'accessoire de sécurité associé conformément à l'annexe 6 de l'arrêté ESPN.

3.3 Obstacles à la réalisation des actions réglementaires

3.3.1 Vérification externe

Une vérification externe partielle des compartiments C41 et C43 en partie extérieure à la piscine, réalisée au titre de la vérification extérieure de l'équipement « bloc pile » multi-compartiments est effectuée. Par conséquent, pour ce qui concerne les composants du compartiment doigt de gant, seule la face externe du composant carter VS, ou carter bloc mécanismes et la face externe du composant bride de maintien font l'objet d'une vérification visuelle. Elle est réalisable réacteur à l'arrêt.

Ind. A

Une vérification externe partielle des compartiments C41 et C43 en partie intérieure au bloc pile, réalisée au titre de la vérification intérieure du compartiment C11 et des parois séparatrices entre C41 et C11 et C43 et C11 est effectuée par le biais de moyens télévisuels lors de l'inspection annuelle du bloc pile. En effet, compte tenu de leur dimension, de leur géométrie et leur implantation dans le bloc pile, les surfaces séparatrices entre C41 et C11 et C43 et C11 ne sont pas visibles en totalité.

3.3.2 Vérification interne

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

- Structures très irradiantes,
- Présence d'éléments internes (bouchons et mécanismes) empêchant l'accès aux parois,
- Démontage du composant carter VS ou carter bloc mécanisme lourd à mettre en œuvre en termes de dose intégrée, de délai, d'outillage et de réglage. Nous rappelons également que la dépose de ces composants est elle-même conditionnée à celle du DDG H9 et H11 qui ne sera jamais mise en œuvre.

3.3.3 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.

	Rapport RHF n° 492	Page : 19/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

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

- Ind. A
- *Comme pour la vérification interne, le démontage des internes (bouchons et mécanismes) est très lourd en termes de dose intégrée, de délai, d'outillage et de réglage et ces éléments ne peuvent être mis en contact avec de l'eau sans détérioration,*
 - En cas de mise sous pression, seule la paroi sous pression du composant carter VS ou carter bloc mécanismes pourra faire l'objet d'un examen visuel direct. Les autres parois sont sous eau et 90% de la surface de celles-ci ne sont pas accessibles compte tenu de la proximité de la manchette.

3.3.4 Conclusion partielle

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

Le retrait des éléments internes conduit à la création d'une « zone rouge » dans toute l'aire autour de la partie arrière du compartiment doigt de gant et interdit toute intervention humaine (*débit de dose de l'ordre de 5000 mGy/h après deux mois d'arrêt avec une forte prépondérance des gammas du Zr95 de période 63 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 donc jugées inacceptables par l'exploitant.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 20/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

4 ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE DEFAILLANCE

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.

4.1 Composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

4.1.1 Facteur fabrication du compartiment doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

Pour le compartiment doigt de gant, le dossier descriptif actuel comprend :

- Une note de calcul d'origine réactualisée par l'exploitant prenant en compte les doigts de gant en Zircaloy-4
- Un dossier de fabrication du composant doigt de gant comprenant :
 - Cahier de soudage
 - Certificat matière (Zircaloy-4)
 - Procès-verbaux de contrôle en fabrication (100% ressuage, 100% radiographie, essais résistance mécanique, test étanchéité hélium, traitement de surface, ...)

Des spécifications d'équipements ILL pour la réalisation des composants doigt de gant et brides de maintien :

- Re 3C 53SD S 11 822 ind.D a Re 3C 53SD S 11 827 ind.B
- Re 3C 53S 1008 ind.F
- Re 3C 53S 1010 ind.H
- Re 3C 53S 1012 ind.H
- Re 3C 53S 1013 ind.I
- Re 3C 53S 1062 ind.B
- Re 3C 53S 1069 ind.C

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 21/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

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

4.1.2 Facteur état : composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

Conformément à notre tableau de marche, les composants doigt de gants en AG3net sont remplacés périodiquement en fonction de leur fluence. Celle-ci est calculée en JEPP (Jours Equivalents Pleine Puissance). Lors de leur remplacement, les composants doigt de gant sont découpés en deux lors de leur sortie du noyau central et la partie avant très irradiante est découpée en cellule chaude en petites tuiles. Lors de cette découpe, un examen visuel minutieux du composant est réalisé afin de vérifier l'état du composant.

Contrairement aux DDG en AG3net les DDG en Zircaloy-4 eux n'ont encore jamais été remplacés, et ne le seront jamais, du fait que leur durée de vie est sept fois supérieure. Cependant, les 43 années d'exploitation du réacteur, confèrent à l'ILL un solide retour d'expérience sur le Zircaloy-4 notamment grâce à l'exploitation des compartiments SFV et SFH tous deux fabriqués dans ce matériau. Une étude a d'ailleurs été menée par l'ILL dans les années 1970 sur le compartiment SFV et a permis de mettre en évidence les performances de tenue mécanique et de longévité du Zircaloy-4 dans les conditions de fonctionnement normales et critiques de l'installation.

De même, certains éléments de la cheminée et du porte combustible (les plus exposés et sensibles à l'usure) sont en Zircaloy-4 et ont été examinés lors de leur démontage (max 2800 JEPP pour la cheminée), sans indications notables de détérioration.

Ind. A

Le rapport d'expert RHF n° 517 permet de confirmer le bien fondé de l'utilisation du zircaloy dans l'environnement du RHF, ainsi que sa durée de vie.

Des contrôles visuels de la paroi externe des doigts de gants H9 (C41) et H11 (C43) sont également réalisés lors des inspections télévisuelles annuelles du bloc pile.

Les deux doigts de gant H9 et H11 ont été installés respectivement en 2004 et 2006. Par conséquent, leurs nombres de JEPP sont respectivement de 1357 JEPP et 1222 JEPP au 1^{er} janvier 2014.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 22/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

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

4.1.3 Facteur dégradation du composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

Le retour d'expérience par l'ILL de l'exploitation des compartiments doigts de gant est important. Le doigt de gant H5 par exemple en Zircaloy-4 est exploité sans problème particulier depuis 1986.

Une étude a d'ailleurs été menée par l'ILL dans les années 1970 sur le compartiment SFV. Celle-ci a permis de mettre en évidence la tenue mécanique et de longévité du Zircaloy-4 dans les conditions de fonctionnement normales et critiques de l'installation.

4.1.4 Modes de dégradation du composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

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

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 23/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

- Comportements 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
- Complétés par la prise en compte des effets de l'irradiation sur le matériau.

4.1.4.1 Fatigue thermique

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

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

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

4.1.4.2 Comportement thermiques différents des matériaux soudés ensemble

Les soudures réalisées sur ce compartiment sont des soudures homogènes Zircaloy-4.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

4.1.4.3 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).

 <p>NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR</p>	Rapport RHF n° 492	Page : 24/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

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

4.1.4.4 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.

4.1.4.5 Fluage

Selon des études thermodynamiques, une zone, de surface restreinte, du composant doigt de gant fonctionne à des températures supérieures à 50 °C et inférieures à 80°C. Cette zone se situe dans la partie du doigt de gant peu chargée puisqu'en porte à faux libre. Sur la base du Chapitre RB3216 du RCCM Rx la température maximale à partir de laquelle la notion de fluage est à considérer pour du Zircaloy-4 est de 275°C.

Ind. A

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

4.1.4.6 Concentrations de contraintes

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

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

4.1.4.7 Phénomènes de corrosion localisée et généralisée

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

Le composant doigt de gant en Zircaloy-4 est en contact avec l'eau lourde. Le Zircaloy-4 est décapé passivé lors de la fabrication du composant permettant de considérer que la corrosion généralisée est négligeable.

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

4.1.4.8 Phénomènes thermo-hydrauliques locaux nocifs

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

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

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

	Rapport RHF n° 492						Page : 25/48		
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)						Ind. A		

4.1.4.9 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.

4.1.4.10 Vieillessement du matériau sous irradiation

L'irradiation du Zircaloy-4 par des neutrons rapides augmente la limite élastique et la limite de rupture mais diminue l'allongement. Il apparaît une saturation à 5.10^{19} nr.cm⁻² environ. Cependant, après une dose de 5.10^{21} nr.cm⁻² (limite retenue en neutron rapide pour le Zircaloy-4), l'allongement total est encore de 10 %. Un tel allongement est suffisant pour tous les cas de charge mécanique, le comportement du Zircaloy-4 sous irradiation n'est donc pas décisif pour un changement, A noter que la limite retenue *historiquement* à l'ILL de 5.10^{21} nr.cm⁻² est plus restrictive que celle préconisée *actuellement* par le RCCM-X qui est de 28.10^{21} nr.cm⁻².

L'irradiation du Zircaloy-4 dans notre cas, ne peut être considérée comme un mode de dégradation très influent, d'autant plus que le flux de neutrons rapides dans le réacteur RHF est très faible par rapport à celui des neutrons thermiques.

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

4.1.5 Analyse du facteur relatif aux dégradations auxquels le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43) est potentiellement sensible.

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

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

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

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

TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)

Ind. A

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

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

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

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

4.1.6 Résultat de la probabilité de défaillance du composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

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.

4.2 Composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes.

4.2.1 Facteur fabrication pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

Concernant les composants carter VS, bride de maintien et carter bloc mécanismes le dossier descriptif actuel comprend :

- Les plans de détails de ces composants.
- Une note de calcul d'origine.

	Rapport RHF n° 492	Page : 28/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

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

4.2.2 Facteur état pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

La visite externe du carter VS, de la bride de maintien et du carter bloc mécanismes n'ont pas mis en évidence de dégradation de ces composants.

Niveau de classement	Conditions à satisfaire	Choix
1	1°Équipement ne présentant aucune dégradation OU 2°Équipement 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°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 conservative, restent couvertes par les hypothèses considérées à la conception	X
2	Équipement 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	Équipement 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		

	Rapport RHF n° 492	Page : 29/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

4.2.3 Facteur dégradation pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

Contrairement aux composants doigts de gants, les carter VS, bride de maintien et carter bloc mécanismes sont des parties peu sujettes aux sollicitations et aux dégradations. Cela est lié, à la nature même des matériaux utilisés (aluminium et Inox) et de leur conditions de fonctionnements au regard de leur localisation dans l'installation.

4.2.4 Modes de dégradation pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

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
- Complétés par la prise en compte des effets de l'irradiation sur le matériau.

4.2.4.1 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. Par ailleurs les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes se situent en dehors du bloc pile. Leurs parois externes sont en contact avec l'air ambiant du niveau C tandis que leurs parois internes sont en contact avec l'hélium du compartiment doigt de gant. Ce dernier est à l'équilibre thermique avec les structures.

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

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

	Rapport RHF n° 492	Page : 30/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

4.2.4.2 Comportement thermiques différents des matériaux soudés ensemble

Les soudures réalisées sur le carter VS sont des soudures homogènes en Aluminium.

Les soudures réalisées sur le carter bloc mécanismes sont des soudures homogènes en Inox.

La bride de maintien ne possède pas de soudures.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

4.2.4.3 Fatigue vibratoire

La bride maintien doigt de gant est solidaire des bridages arrières et de la paroi piscine réacteur. C'est un ensemble rigide non soumis à des vibrations.

Les carters sont fixés sur la bride de maintien et ne sont pas soumis à des sollicitations mécaniques vibratoires.

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

4.2.4.4 Pics locaux de pression

La pression à l'intérieur des composants carter VS et bloc mécanismes ne varie pas puisque en fonctionnement le volume est fermé et statique.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

4.2.4.5 Fluage

Compte tenu de leurs configurations et de leurs températures de fonctionnement, les composants carter VS, la bride de maintien et le carter bloc mécanismes ne peuvent pas répondre à ce mode de dégradation.

	Carter VS	Carter bloc mécanismes	Bride de maintien
Configuration	Fixes sans porte à faux contre la bride de maintien	Fixes sans porte à faux contre la bride de maintien	Prise en sandwich entre le carter VS et la bride DDG
Température	Température ambiante du hall réacteur 23°C	Température ambiante du hall réacteur 23°C	Température de l'eau lourde en contact du doigt de gant et l'eau piscine en contact avec la manchette : maximum : 50°C

Sur la base du Chapitre RB3216 du RCCM Rx la température maxi à partir de laquelle la notion de fluage est à considérer pour de l'inox est de 425°C.

	Rapport RHF n° 492	Page : 31/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

De même pour l'AG3net, la température maxi à partir de laquelle la notion de fluage est à considérer pour l'AG3net est de 50°C.

Ind. A | *Ce mode de dégradation n'est pas retenu.*

4.2.4.6 Concentrations de contraintes

Les concentrations de contraintes se produisent au voisinage d'un accident géométrique. La forme des composants carter VS et bride de maintien est simple et régulière. Le carter bloc mécanismes travaille en permanence en pression externe à 1 bar. Les contraintes dues aux situations de fonctionnement sont faibles.

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

4.2.4.7 Phénomènes de corrosion localisée et généralisée

Les composants carter VS, bride de maintien et carter bloc mécanismes sont continûment en contact, soit avec l'air ambiant du bâtiment réacteur pour les parties externes, soit avec du vide ou l'hélium pour les parties internes, dont les caractéristiques sont telles qu'aucun phénomène de dégradation ne peut se produire.

Les composants carter VS, bride de maintien et carter bloc mécanismes sont fabriqués en Aluminium et Inox ce qui permet de considérer que la corrosion généralisée est négligeable.

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

4.2.4.8 Phénomènes thermo-hydrauliques locaux nocifs

Aucune circulation de fluide.

Ind. A | *Ce mode de dégradation n'est pas retenu.*

4.2.4.9 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.

4.2.4.10 Vieillessement du matériau sous irradiation

4.2.4.10.1 Carter VS (aluminium Ag3net)

Le vieillissement de l'AG3net sous flux conduit à une modification notable des caractéristiques mécaniques du matériau.

A partir d'une fluence très importante ($2 \cdot 10^{23}$ 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.

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

La connaissance fine par l'ILL des flux de neutrons et de leur spectre permet de suivre de façon précise la fluence de la partie la plus exposée du composant doigt de gant. Le carter VS se trouve dans une zone où la fluence est reconnue comme n'étant pas significative au regard de ce mode de dégradation.

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

4.2.4.10.2 Carter bloc mécanismes et bride de maintien Inox ;

La bride de maintien doigt de gant et le carter bloc mécanismes sont positionnés dans une zone relativement peu exposée au flux permettant de considérer que la probabilité d'apparition d'une dégradation selon ce mode est faible.

4.2.5 Analyse du facteur relatif aux dégradations auxquelles les composants carter VS, bride de maintien et carter bloc mécanismes 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 partielles puisqu'un petit pourcentage de la surface extérieure est vérifié. Aucune vérification intérieure n'est réalisée pendant sa durée de vie en exploitation.

Fatigue 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

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

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

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

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

4.2.6 Résultat probabilité de défaillance pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

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

Rappel des cotations obtenues :

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

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

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 34/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

5 EQUIVALENCE DU NIVEAU DE SECURITE DU COMPOSANT DOIGT DE GANT H9-(C41) ET H11-(C43) 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.

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

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

	Rapport RHF n° 492	Page : 35/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

5.2 Performances gestes réglementaires pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

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

Tableau 1

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

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

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

La réalisation du geste réglementaire GR1 à un compartiment est soumise à une interprétation délicate. La surface extérieure 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.

* Le compartiment doigt de gant H9 (C41) possède une pression maximale de service inférieure à 0,5 bar, par conséquent les exigences réglementaires sur celui-ci lors des requalifications périodiques ne conduisent pas à la mise en œuvre d'une épreuve hydraulique (discussions COLEN reprises dans la future révision de l'arrêté). Par conséquent le cas spécifique du compartiment doigt de gant H9 (C41) conduit le cas échéant à une performance des gestes réglementaires inférieure de deux points.

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

5.3 Performances gestes compensatoires pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

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 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 une mesure importante pour la conduite du réacteur. En cas de dépassement des limites d'exploitation, les défauts sont transmis en salle de contrôle. Ces suivis permanents de paramètres physiques nous garantissent la détection d'une fuite de l'enceinte sous pression en fonctionnement.*
- *GC2 : Test d'étanchéité par suivi de pression interne. De façon périodique, avant chaque démarrage du réacteur (2 à 4 fois par an), un test d'étanchéité par suivi de l'évolution de pression sur un temps déterminé est réalisé sur le compartiment.*

Tableau 2

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

	Rapport RHF n° 492	Page : 37/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

5.4 Performances des dispositions préventives pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

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

- | | |
|--------|--|
| Ind. A | <ul style="list-style-type: none"> • <i>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 ou vide pour H9). 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.</i> • <i>DP2 : Maitrise des caractéristiques chimiques du fluide externe. Le fluide extérieur au compartiment doigt de gant est l'eau lourde du compartiment bloc pile dont les caractéristiques sont maîtrisées et contrôlées en permanence, en particulier la mesure du pH et de la conductivité de l'eau lourde, conformément à la RGE n° 0. Ces informations sont reportées sur le système de traitement des alarmes, en salle de contrôle, sur la Baie de Signalisation BS5 bloc 1 verrines 14 et 7. Les agents de quart les relèvent également à chaque poste. Enfin un contrôle indépendant du pH et de la conductivité est effectué chaque semaine par le chimiste de la DRe. D'autre part, chaque semaine également, une analyse radiologique est effectuée par le service de radioprotection et de surveillance de l'environnement. Cette analyse, par spectrométrie gamma, est de fait équivalente à une analyse par activation, donc extrêmement sensible. Elle permet de contrôler, à très bas niveau, la pureté de l'eau lourde. Aucune perte d'épaisseur n'est attendue.</i> |
| Ind. A | <ul style="list-style-type: none"> • <i>DP3 : Retour d'expérience et étude d'expert (rapport RHF n° 517) 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 des éléments en zircaloy-4 (enceinte source chaude, enceintes SFV, doigt de gant H5, porte combustible, cheminée, ...) et les conditions d'exploitation du réacteur sont les mêmes. Une inspection minutieuse des faces externes des composants est réalisée tous les ans lors de la visite télévisuelle. Aucune dégradation n'a aujourd'hui été observée.</i> |

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

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

5.5 Analyses des performances et des niveaux de sécurité pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

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 :

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

5.5.1 Performances des dispositions retenues pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

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° 492	Page : 39/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

5.5.2 Performances des dispositions réglementaires diminuées des dispositions préventives pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

Tableau 5

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

5.5.3 Comparaisons des performances pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

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.

5.5.4 Conclusion niveau de sécurité pour le composant doigt de gant H9-(C41) et H11-(C43)

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

Le paragraphe 2.3.3 du courrier ASN CODEP-DEP-2013-034129 demande que l'exploitant justifie que la méthode est adaptée au compartiment considéré et particulièrement que les modes de 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° 517, compte tenu de la limitation de la durée de vie du composant doigt de gant à 14400 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.

Les gestes de requalifications périodiques (visite interne et épreuve) relatives à l'accessoire sous pression raccordé (VSH11, VSH9) seront réalisés dans le cadre des interventions correctives.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 40/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

6 EQUIVALENCE DU NIVEAU DE SECURITE DES COMPOSANTS CARTER VS, BRIDE DE MAINTIEN ET BLOC MECANISMES PAR RAPPORT A CELUI QUI SERAIT ETABLI PAR REALISATION DES MESURES DE DROIT COMMUN

6.1 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.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 492	Page : 41/48
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)	Ind. A

6.2 Performances gestes réglementaires pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

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

Tableau 1

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

Les actions réglementaires identifiées comme ne pouvant pas être réalisées sur les composants considérés sont :

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

Dans le cadre de l'exercice appliqué spécifiquement aux composants carter et bride de maintien, une inspection réglementaire (vérification extérieure) de ces composants est réalisable et valorisée dans ce cas particulier.

6.3 Performances gestes compensatoires pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

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*

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

Ind. A

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 une mesure importante pour la conduite du réacteur. En cas de dépassement des limites d'exploitation, les défauts sont transmis en salle de contrôle. Ces suivis permanents de paramètres physiques nous garantissent la détection d'une fuite de l'enceinte sous pression en fonctionnement.

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

Tableau 2

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

6.4 Performances des dispositions préventives pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

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

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 ou vide pour H9). L'évolution des caractéristiques chimiques est donc connue à tout moment. C'est bien par conséquent un suivi permanent et particulier de ces caractéristiques qui est réalisé.*

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

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
Σ PG DP proposés	Σ PG1 _{DP} =0	Σ PG2 _{DP} =0	Σ PG3 _{DP} =0	Σ PG4 _{DP} =3

Ind. A

6.5 Analyses des performances et des niveaux de sécurité pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

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 :

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

6.6 Performances des dispositions retenues pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

Dans notre approche particulière aux composants carter et bride de maintien, nous considérons que la vérification extérieure (GR1) peut être réalisée.

Tableau 4

	Détection fissuration externe	Détection fissuration interne	Détection perte épaisseur externe	Détection perte épaisseur interne
GR réalisés	PG1=6	PG2=2	PG3=8	PG4=2
GC proposés (tableau 2)	PG1 _{GC} =8	PG2 _{GC} =8	PG3 _{GC} =8	PG4 _{GC} =8
Σ PG (GC proposés+GR réalisés)	PG1=14	PG2=10	PG3=16	PG4=10

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

6.6.1 Performances des dispositions réglementaires diminuées des dispositions préventives pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

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} =0	PG _{2DP} =0	PG _{3DP} =0	PG _{4DP} =3
Σ PG _{GR} - Σ PG _{DP}	PG ₁ =10	PG ₂ =10	PG ₃ =12	PG ₄ =9

Ind. A

6.6.2 Comparaisons des performances pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

Cette comparaison est faite par phénomène de dégradation :

- Détection fissuration externe : $PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisés})} = 14 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = 10$
- Détection fissuration interne : $PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisés})} = 10 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = 10$
- Détection perte épaisseur externe : $PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisés})} = 16 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = 12$
- Détection perte épaisseur interne : $PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisés})} = 10 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = 9$

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

6.6.3 Conclusion niveau de sécurité pour les composants carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes

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

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

Les faibles sollicitations auxquelles sont soumis les carter VS, bride de maintien et bloc mécanismes (exploitation en statique, pas de variation significative de pression ou de température, maîtrise des fluides en contact,...) ainsi que les rapports d'expert RHF n° 516 pour l'AG3Net et n° 519 pour l'inox permettent 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.

Ind. A

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

7 Evaluation des conséquences de défaillance des compartiments

La rupture des composants doigt de gant, carter VS, carter bloc mécanismes et bride de maintien est envisagée dans le rapport de sureté de l'ILL.

Dès l'origine, la rupture du composant doigt de gant a été prise en compte par la mise en place à la fois d'une vanne de sécurité sur le carter VS ainsi qu'une membrane aluminium en aval de celle-ci.

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

7.1 Facteur conséquence sur les travailleurs

Deux cas peuvent être pris en considération :

- Défaillance du composant doigt de gant : cette défaillance conduit à l'entrée d'eau lourde dans le compartiment doigt de gant. Si la fuite est faible (piqûre ou fissure traversante), l'eau va s'accumuler vers la partie arrière qui est la partie basse. Si la fuite est importante, l'eau va possiblement s'échapper par l'ouverture centrale du composant carter VS. Dans les deux cas, la présence d'eau est détectée par les bougies et entraîne une alarme et une fermeture de la vanne VS après 10s.*

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

- Défaillance du composant Carter VS : cette défaillance conduit à la sortie de gaz hélium non actif dans le hall réacteur. La perte de pression entraîne une alarme. La partie arrière des doigts de gant se situe dans une casemate primaire où la présence humaine est limitée et réglementée.*

Le scénario de double défaillance impliquant à la fois le doigt de gant H9 et H11, et le carter VS ou la bride de maintien a été étudié dans l'étude de sûreté, mais n'a pas été retenu car jugé comme n'étant pas raisonnablement prévisible.

7.2 Facteur conséquence sur l'environnement

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

Ind.A

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

Le scénario de double défaillance impliquant à la fois le doigt de gant H9 et H11, et le carter VS ou la bride de maintien a été étudié dans l'étude de sûreté, mais n'a pas été retenu car jugé comme n'étant pas raisonnablement prévisible.

7.3 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.

Le scénario de double défaillance impliquant à la fois le doigt de gant H9 et H11, et le carter VS ou la bride de maintien a été étudié dans l'étude de sûreté, mais n'a pas été retenu car jugé comme n'étant pas raisonnablement prévisible.

En cas de défaillance, le remplacement de l'hélium par de l'eau lourde dans le compartiment doigt de gant n'entraîne pas de perte de maîtrise de la réactivité du cœur. Voir fiche CF4.R5 pour l'étude sûreté de cette situation.

8 CONCLUSIONS GENERALE RELATIVE AUX COMPARTIMENTS C41 ET C43

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 doigt de gant (H9-C41 et H11-C43).

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 492 ind. A. Pour rappel, les opérations particulières proposées sont :

- *Suivi permanent des paramètres physiques internes des compartiments C41 et C43 : 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 C41 et C43 ;*

Ind.A

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

Ind. A

- *Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide externe (eau lourde du bidon réflecteur) aux compartiments C41 et C43 ;*
- *Maitrise et maintien des paramètres d'exploitation permettant de garantir le respect des plages de fonctionnement prises en compte dans l'étude d'expert ;*
- *Limitation volontaire de la durée de vie du composant doigt de gant à 14400 JEPP avec une inspection interne et externe des parois de celui-ci ainsi que des mesures d'épaisseurs lors de sa découpe en cellule chaude afin de compléter le dossier de retour d'expérience de ces compartiments ;*

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

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 les compartiments C41 et C43, 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 des compartiments C41 et C43 en partie extérieure à la piscine, réalisée au titre de la vérification extérieure de l'équipement « bloc pile » multi-compartiments.*
- *Une vérification externe partielle des compartiments C41 et C43 en partie intérieure au bloc pile, réalisée au titre de la vérification intérieure du compartiment C11 et des parois séparatrices entre C41 et C11 et C43 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 des compartiments C41 et C43 en partie extérieure à la piscine, réalisée au titre de la vérification extérieure de l'équipement « bloc pile » multi-compartiments.*
- *Une vérification externe partielle des compartiments C41 et C43 en partie intérieure au bloc pile, réalisée au titre de la vérification intérieure du compartiment C11 et des parois séparatrices entre C41 et C11 et C43 et C11.*
- *La vérification des éléments définis dans le présent document (RHF 492) concernant :*
 - *Demandes de dispenses de gestes réglementaires pour :*

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 AUX COMPARTIMENTS DU BLOC PILE
C41 ET C43 (DOIGTS DE GANT H9 ET H11)**

Ind. A

Ind.A

- *Vérifications internes tous les 40 mois des compartiments C41 et C43*
- *Vérification interne tous les 120 mois des compartiments C41 et C43*
- *Epreuve hydraulique tous les 120 mois du compartiment C43*
- *Respect des conditions particulières proposées en regard des dispenses ci-dessus :*
 - *Suivi permanent des paramètres physiques internes des compartiments C41 et C43 ;*
 - *Test d'étanchéité par suivi de la pression interne avant chaque cycle ;*
 - *Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide interne des compartiments C41 et C43 ;*
 - *Maîtrise des caractéristiques chimiques du fluide externe (eau lourde du bidon réflecteur) aux compartiments C41 et C43 ;*
 - *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 14400 JEPP avec une inspection interne et externe des parois de celui-ci ainsi que des mesures d'épaisseurs lors de sa découpe en cellule chaude afin de compléter le dossier de retour d'expérience de ces compartiments ;*
 - *Gestes de requalification périodique du carter VS et de la bride de maintien au plus tard lors du changement de doigt de gant (ou intervention sur les internes) ;*
 - *Gestes de requalification périodique de l'accessoire sous pression raccordé au compartiment (VS) au plus tard lors du changement de doigt de gant (ou intervention sur les internes).*
- *La vérification de l'adéquation et de l'existence du POES pour les compartiments C41 et C43 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 492 ind. A et les POES dans le dossier d'exploitation.*