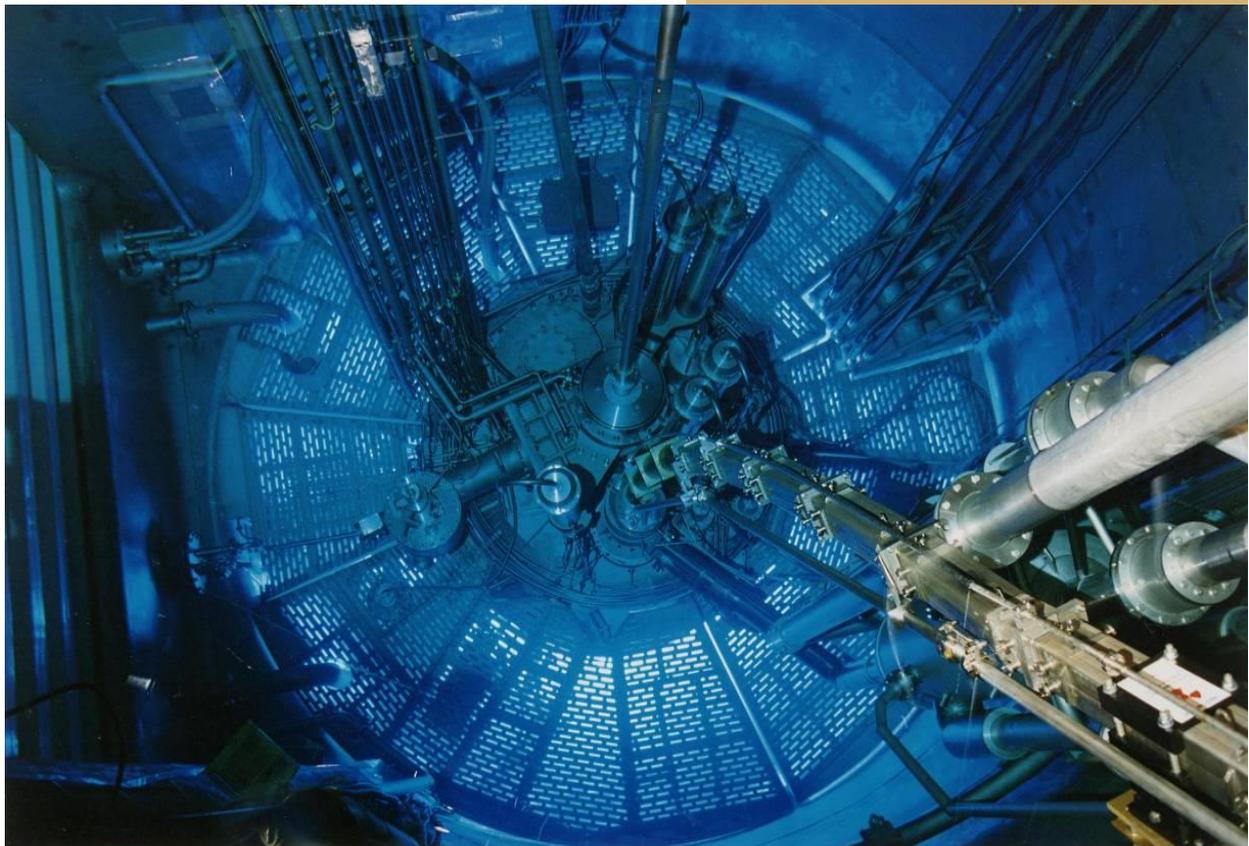


**Définition de conditions particulières
d'application du titre III du décret 99-1046 à
l'équipement « Thermosiphon SFH »**





NEUTRONS
FOR SCIENCE
DIVISION REACTEUR

Rapport RHF n° 506

Page : 1/32

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »**

Ind. A

Champ d'application et résumé

Historique des évolutions

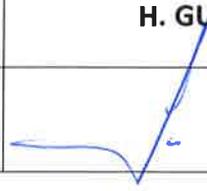
Indice	Date	Références	Commentaires/objet des évolutions d'indice
0	24/09/2014	DRe FG/gl 2014-0727	Création du document
A	20/01/2015	DRe BD/gl 2015-0059	Prise en compte des remarques du courriel ASN du 14/10/2014

Destinataires

Les signataires

Chefs de service et de groupe concernés :

Autres :

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

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 2/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

TABLE DES MATIERES

I. PREAMBULE/OBJECTIFS	4
II. DESCRIPTION DU RECIPIENT	4
A. Rôle du récipient.....	4
B. Caractéristiques du récipient.....	5
1. Caractéristiques Conception - Fabrication.....	5
2. Caractéristiques des fluides en contact avec le récipient.....	8
C. Exploitation du récipient	10
D. Localisation du récipient.....	11
E. Accessoires de sécurité associés	12
III. JUSTIFICATION DE L'INCAPACITE A REALISER LES ACTIONS REGLEMENTAIRES SUR L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	13
A. Contexte	13
B. Obstacles à la réalisation des actions réglementaires.....	14
IV. ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE DEFAILLANCE	15
A. Facteur fabrication	15
B. Facteur état	16
C. Facteur dégradation	18
1. Modes de dégradation.....	18
2. Analyse du facteur relatif aux dégradations auxquelles l'équipement est potentiellement sensible.....	21
D. Résultat probabilité de défaillance.....	23
V. EQUIVALENCE DU NIVEAU DE SECURITE DE L'EQUIPEMENT PAR RAPPORT A CELUI QUI SERAIT ETABLI PAR REALISATION DES MESURES DE DROIT COMMUN	24
A. Préambule	24
B. Performances gestes réglementaires.....	25
C. Performances gestes compensatoires.....	26
D. Performances des dispositions préventives.....	27
E. Analyses des performances et des niveaux de sécurité.....	28
1. Performances des dispositions retenues	28
2. Performances des dispositions réglementaires diminuées des dispositions préventives.....	28
3. Comparaisons des performances.....	29

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 3/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	Ind. A

VI. EVALUATION DES CONSEQUENCES DE DEFAILLANCE.....	30
A. Facteur conséquence sur les travailleurs	30
B. Facteur conséquence sur l'environnement.....	30
C. Facteur conséquence sur d'autres EIP.....	31
CONCLUSIONS	31

	Rapport RHF n° 506	Page : 4/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	Ind. A

I. Préambule/objectifs

Le thermosiphon de la Source Froide Horizontale est un récipient confinant le deutérium et permettant la séparation des deux phases liquide/gaz du deutérium et la circulation de celles-ci dans la ligne D2 en liaison avec la cellule. Ce récipient est un réservoir simple paroi dont la partie basse est en liaison avec une tuyauterie double enveloppe.

L'article 24-8 du décret du 13 décembre 1999 prévoit que l'ASN puisse accorder, sur demande motivée d'un exploitant, des conditions particulières d'application des exigences réglementaires applicables aux ESPN. Ainsi un exploitant peut être autorisé à mettre en œuvre des dispositions de suivi en service particulières, incluant notamment des actions de mesures compensatoires, sous réserve que celles-ci permettent de garantir, comme mentionné à l'article 27-II du décret du 13 décembre 1999, « un niveau de sécurité au moins équivalent » à celui qui serait établi par la réalisation complète des mesures de droit commun.

Dans le présent document, nous traitons du thermosiphon SFH. 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 le récipient « Thermosiphon SFH » (971RP09)

II. Description du récipient

Le récipient « Thermosiphon SFH » fait partie de l'installation source froide horizontale. Cette installation dans sa globalité permet la fourniture de neutrons froids et ultra froids aux scientifiques.

Le récipient est installé à l'intérieur d'une enceinte appelée « enveloppe condenseur SFH » assurant des fonctions d'isolation thermique, d'inertage et d'enceinte de confinement en situation accidentelle.

A. Rôle du récipient

La fonction principale du récipient Thermosiphon SFH (971RP09) est le confinement du deutérium et la séparation des phases liquide/gaz du deutérium pour permettre leurs circulations dans la ligne D2 reliant la cellule D2. Il se situe juste en dessous du condenseur et permet au gaz venant de la cellule de transiter vers le condenseur ou le ballast et au liquide issu du condenseur de descendre par gravité dans la tuyauterie centrale de la ligne D2 vers la cellule D2.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 5/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

Le volume interne du thermosiphon SFH constitue une partie du circuit deutérium de la source froide horizontale.

La conception du récipient Thermosiphon SFH et son dimensionnement ont été réalisés de façon globale avec l'ensemble de l'installation source froide horizontale et ses composants principaux (cellule, doigt de gant, condenseur, double enveloppe condenseur, lignes D2, caisson sous ballast et ballast). (Voir schéma PID)

B. Caractéristiques du récipient

Le récipient « Thermosiphon SFH » est un récipient à simple paroi réalisé en acier inoxydable (acier inoxydable austénitique Z2 CND 17 12).

1. Caractéristiques Conception - Fabrication

Cet équipement a été conçu et fabriqué en 1986-1987 par la société Air Liquide DTA à Sassenage - Isère.

La fabrication et le contrôle de la tenue mécanique ont été réalisés selon le code CODAP 85. ($z=0,85$; contrainte max = $Rt/4$)

Au moment de la fabrication, il est considéré que le récipient a des caractéristiques conduisant à sa soumission à la réglementation des appareils sous pression en gaz. Par conséquent, sa fabrication a fait l'objet du suivi et d'une réception « Mines ». Le dossier Mines porte la référence n°42609 et l'épreuve a été réalisée le 03 octobre 1986.

Compte tenu de sa fonction, le fabricant utilise aussi le terme de Séparateur en lieu et place de thermosiphon dans les documents de suivi de fabrication. De même, dans la note de calcul, le terme utilisé pour le thermosiphon est « réceptacle des condensats ».

Bien que le CODAP considère un coefficient de soudure de 0,85 pour les calculs, la totalité des soudures du thermosiphon a subi un contrôle radio à 100%.

- **Descriptif technique**

Le récipient est un réservoir vertical, formé d'une virole, de deux fonds bombés et, en partie basse, d'une virole de petit diamètre fermée par un fond plat. Quatre tuyauteries d'entrée et sortie sont reliées au réservoir et assurent le supportage.

- Virole (rep. 9) : $\varnothing_{int/ext}$: 275/279 mm, épaisseur : 2 mm, longueur 200 mm
- Fond supérieur (anse de panier) (rep.7) : $\varnothing_{int/ext}$: 275/279 mm, épaisseur : 2 mm, Rayon int : 275 mm, rayon de care : 27,5 mm, hauteur : 53 mm, hauteur bord droit : 25 mm.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 6/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

- Fond inférieur (anse de panier) (rep. 8) : \varnothing int/ext : 275/279 mm, épaisseur : 2 mm, Rayon int : 275 mm, rayon de care : 27,5 mm, hauteur : 53 mm, hauteur bord droit : 25 mm.
- Virole/tubulure inférieure (rep. 10)* : \varnothing int/ext : 80/84 mm, épaisseur : 2 mm, longueur 156
- Fond plat (bride)(rep.5)* : \varnothing int/ext : 45,1/84 mm, longueur : 40 mm
- Tuyauterie D2 gaz chaud (rep19) : \varnothing int/ext : 30,5/33,7 mm, épaisseur : 1,6 mm, longueur 120 mm (sur extrusion)
- Tuyauterie D2 gaz froid (rep19) : \varnothing int/ext : 30,5/33,7 mm, épaisseur : 1,6 mm, longueur 120 mm (sur extrusion)
- Tuyauterie D2 liquide condenseur (rep. 18) : tube sans soudure \varnothing int/ext : 18,1/21,3 mm, épaisseur : 1,6 mm, longueur 350 mm (traversant).
- Tuyauterie D2 vers cellule (rep. 12) : Coude sans soudure 5D, \varnothing int/ext : 45,1/48,3 mm, épaisseur : 1,6 mm, R=109,5 mm, 75°
- Piquages mesure niveau (rep. 16) : tube sans soudure \varnothing int/ext : 12/14 mm, épaisseur : 1 mm,

* La limite de l'équipement prise en compte pour l'épreuve dans le cadre du dossier Mines du thermosiphon ne prend pas en compte le fond plat (bride) et partiellement la tubulure.

Toutes les soudures sur l'équipement sont des soudures pleines pénétrations. Le réservoir est en acier inoxydable Z2 CND 17/12 (NFA 36-209, NFA49-117, NFA 36-607).

Le récipient Thermosiphon (Séparateur) est détaillé dans le plan d'ensemble référencé Re 9C 35 P 10 200 ind. C (plan associé au certificat d'épreuve « Mines »).

Il est représenté dans l'ensemble fonctionnel « ensemble condenseur D2 SFH » portant la référence Re 9C 35 P 10 000 ind. B

La note de calcul porte la référence fabricant : DTA/GCP 1/PS/FB/86.0079 ind. 2.

- **Caractéristiques physiques**

L'équipement possède une plaque d'identité du fabricant d'origine, soudée directement sur le fond supérieur. Il porte le numéro interne Air Liquide AL 597.



NEUTRONS
FOR SCIENCE
DIVISION REACTEUR

Rapport RHF n° 506

Page : 7/32

**TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »**

Ind. A



 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 8/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

Les caractéristiques retenues selon l'arrêté ESPN donnent le tableau suivant :

Ind. A

Caractéristiques	971RP09	Unités
P. maximale admissible (PS)	3,9*	Bar rel
P utilisation	2,4	Bar rel
Pression de calcul (Pi/Pe)	4,9 / 0	Bar rel
P épreuve initiale (PE)	9,8	Bar rel
T°. maximale admissible (TS)	20	°C
T° de fonctionnement	-250 à 25	°C
Volume (V)	22	litres
Nature du fluide	deutérium gaz tritié	
Groupe de dangerosité	1	
Activité (compartiment)	< 370 000	MBq
Catégorie de risque pression	IV (par application du tableau 1)	
Niveau ESPN	N3	
Classification	EIS 3 (M1-Q2)	
Contrôle soudure	100% radio 100% ressuage	

* : La pression est celle correspondant à la définition du décret 99-1046 : « pression par rapport à la pression atmosphérique, (...) ». Le choix d'un passage aux « Mines » (seuil 4 bar) n'est pas tracé dans le dossier de fabrication.

2. Caractéristiques des fluides en contact avec le récipient

L'équipement thermosiphon SFH est conditionné en permanence en pression de deutérium entre 0,5 et 2,4 bar. En période de maintenance, il peut être mis sous vide et conditionné en azote entre 0 et 2 bar. Depuis l'origine, le circuit n'a jamais été mis à l'air ambiant.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 9/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

Il baigne en permanence dans le vide de l'enveloppe condenseur SFH. En période de maintenance, il peut être en contact avec de l'azote à la pression atmosphérique. Les parois du thermosiphon n'ont vu l'air ambiant que très occasionnellement depuis l'origine.

- **Deutérium**

Le Thermosiphon fait partie de l'installation cryogénique de la source froide qui impose pour la sûreté de fonctionnement, une grande pureté du deutérium gaz liquéfié à 24 K. Des contrôles sont réalisés avant chaque mise en froid et les analyses types des impuretés du gaz sont les suivantes

Impuretés (ppm)	Oxygène	Azote	Méthane	Humidité
Exigé	<10	<100	<20	<20
Max réel mesuré	<2	<10	<10	<12

La température du gaz et du liquide dans le thermosiphon SFH varie selon les situations de fonctionnement entre -250°C et 25°C.

Le gaz deutérium neuf, qui est rajouté pour compenser les pertes lors des analyses, est analysé au maximum quinze jours avant son utilisation et le gaz du circuit (comprenant le thermosiphon) est analysé immédiatement après son complément.

- **Azote gaz**

La mise en œuvre d'un gaz explosif nous impose des contraintes importantes sur la qualité d'inertage des espaces autour des équipements et des parois ainsi que le remplissage lors des maintenances.

Pour cela, le gaz azote mis en œuvre est issu d'une bouteille d'azote pur exempt d'impureté (type alphagaz 2 N2). Une ligne dédiée permet le conditionnement de ce volume.

- **Air du hall**

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

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

Sa température varie peu en fonction des saisons. En fonctionnement, elle est comprise entre 20 et 25 °C.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 10/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

C. Exploitation du récipient

Le récipient « Thermosiphon SFH » fait partie de l'installation Source Froide Horizontale et est par conséquent exploité de façon commune avec les autres équipements auxquels il est relié et faisant partie de l'installation.

Le récipient « Thermosiphon SFH » est en liaison avec le condenseur, la ligne D2 chaude vers le ballast et la ligne D2 froide vers la cellule SFH. Ils forment ce que nous appelons le « circuit D2 ». Le deutérium gazeux est liquéfié au contact des parois froides du condenseur. Le deutérium liquide descend alors dans le thermosiphon qui collecte le liquide et le fait transiter par gravité dans la tuyauterie centrale de la ligne D2 vers la cellule SFH. Il permet au deutérium gazeux revenant de la cellule et transitant dans la double enveloppe de la tuyauterie D2 de rentrer en partie haute du condenseur.

Le conditionnement du Thermosiphon SFH est réalisé grâce au caisson « conditionnement D2 » de l'installation source froide horizontale. Le schéma PID de l'installation est présenté en annexe 1. Les circuits de conditionnement du Thermosiphon SFH sont représentés sur le plan Re9C35P0 000 ind. L.

Le conditionnement du circuit D2 (et par liaison le récipient Thermosiphon SFH) est réalisé à l'aide de séquences semi-automatiques garantissant un déroulement des opérations strictement conforme à la procédure.

Depuis l'origine (1986), les conditions d'exploitation de l'installation source froide horizontale n'ont pas été modifiées. Les deux situations de fonctionnement principales de l'installation sont :

- Source réchauffée: « circuit deutérium » à 2,4 bar relatifs,
- Source en froid: « circuit deutérium » à 0,5 bar relatif.

La surveillance permanente de ce compartiment est assurée par trois mesures de pression 971MP17 a, b, c. De plus, la pression est régulée via l'information du capteur de pression 971MP16. Ces informations sont disponibles sur le synoptique en salle de contrôle réacteur.

En fonctionnement (source en froid), les mesures 971MP17 font sortir des alarmes pression très haute à 1,35 bar rel. La mesure 971MP16 fait sortir une pression basse à 0,4 bar rel et une pression haute à 0,6 bar rel.

 <p>NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR</p>	Rapport RHF n° 506	Page : 11/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	Ind. A

D. Localisation du récipient

Le récipient se trouve dans l'installation de la source froide horizontale située dans le hall niv.C du réacteur.

Le récipient est maintenu en place par les tuyauteries qui le relie au condenseur. Le condenseur est maintenu en place par 3 tirants reliés à l'enveloppe condenseur SFH. Cette enveloppe est posée et fixée sur la dalle de la casemate du canal H5.

L'ensemble décrit ci-dessus est groupé avec le caisson de pompage SFH dans une structure de protection contre les chutes d'objets.

Il se trouve physiquement juste au dessus de la partie arrière du compartiment doigt de gant H5 et de la cellule SFH. Cela permet la circulation par gravité et thermo-siphonage du deutérium liquide et gazeux entre les deux récipients.



 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 12/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	Ind. A

E. Accessoires de sécurité associés

Ce récipient possède plusieurs ouvertures/piquages. Deux d'entre eux sont reliés directement au condenseur. L'ouverture inférieure est reliée à la ligne D2 en direction de la cellule SFH sans organe d'isolement. Le piquage supérieur est relié à la ligne D2 « chaude » en direction du caisson sous ballast et du ballast sans organe d'isolement. Il n'y a pas d'accessoire de sécurité directement installé sur le récipient (impossible compte tenu de la température de fonctionnement).

Le remplissage et l'appoint en deutérium du circuit deutérium global et par conséquent, du récipient « Thermosiphon » SFH, sont réalisés par des séquences semi-automatiques qui commandent les vannes permettant le remplissage en fonction des pressions mesurées sur le circuit deutérium. Cet automatisme limite le remplissage à 2,4 bar relatif (capteur 971MP16, seuil à 3,4 bar abs) par commande de la vanne 971V19 « fermée ».

La source de pression peut provenir de la fermeture intempestive d'une des vannes 971V18 ou 971V49. En effet, lors du fonctionnement en froid de la source froide, de façon globale, la moitié des molécules de deutérium se trouve sous l'état liquide. Or l'ensemble du liquide est situé entre la cellule et le condenseur. Le ratio de volume entre l'état gazeux et liquide est très important. Dans une situation accidentelle de fermeture des vannes isolant le ballast du circuit deutérium, un réchauffage de la partie du circuit froid entraîne rapidement une production de gaz qui ne peut plus s'expanser dans son vase d'expansion et fait monter par conséquent la pression.

Le disque 971DR03 assure par conséquent la protection contre les surpressions du récipient « Thermosiphon » SFH et du circuit deutérium global. Il est taré à une pression de 3,7 bar.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 13/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

III. Justification de l'incapacité à réaliser les actions réglementaires sur l'équipement « Thermosiphon SFH »

A. Contexte

Le récipient Thermosiphon SFH, bien qu'ayant une pression effective maximale en service (3,9 bar) inférieure aux seuils de soumission en vigueur (4 bar) au moment de sa fabrication (1986), a été fabriqué et contrôlé comme un récipient soumis au décret du 18 janvier 1943.

L'ILL a alors considéré la même logique réglementaire que celle appliquée et acceptée par la DRIRE sur les récipients de l'installation Source Froide Verticale : c'est un appareil à pression appartenant à une installation de production ou de mise en œuvre du froid pouvant être exploité en conformité avec l'arrêté du 27 avril 1960. En effet les données indiquées dans l'état descriptif et prises en compte dans la note de calculs notamment, nous permettent de vérifier que l'équipement est en tout point conforme aux exigences techniques de cet arrêté.

Les paramètres principaux sont une pression de service de 4,9 bar abs (PS=3,9 bar) pour une épreuve réglementaire réalisée à 9,8 bar relatif ainsi qu'une contrainte maximale admissible inférieure au quart de la résistance à la rupture du matériau utilisé (état descriptif et note de calcul) justifiant la conformité de l'équipement au paragraphe 4 de l'article 2 de l'arrêté du 27 avril 1960.

En considérant le courrier ASN référencé CODEP-DEP-2013-034129 du 23 juillet 2013, les équipements bénéficiant d'anciennes dérogations sont traités dans l'annexe 3 du document et le récipient « Thermosiphon SFH » entre dans le champ d'application du paragraphe 3.1 de cette annexe.

Ainsi, pour l'équipement « Thermosiphon SFH », les exigences réglementaires à prendre en compte dans la démonstration sont celles de l'arrêté du 27 avril 1960.

En résumé, les gestes réglementaires à prendre en compte sont pour l'équipement:

- Une inspection périodique (IP) tous les 40 mois comportant les opérations de vérification et d'essais de fonctionnement de l'accessoire de sécurité installé sur le compartiment conformément à l'annexe 5 de l'arrêté ESPN et au POES.
- Une requalification Périodique (RP) tous les dix ans comportant la vérification de l'accessoire de sécurité associé conformément à l'annexe 6 de l'arrêté ESPN.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 14/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

B. Obstacles à la réalisation des actions réglementaires

- **Vérification externe**

Bien que cette vérification ne soit pas réglementairement exigée (arrêté du 27 avril 1960, article 2, §1 : « (...) sont dispensées des visites extérieures les capacités qui sont à l'abri de l'érosion ou de la corrosion extérieure. »), elle est matériellement réalisable sans trop de contraintes matérielles.

Une vérification externe du récipient est réalisée.

- **Vérification interne**

Le récipient, compte tenu de l'importance de son étanchéité en fonctionnement, est entièrement soudé aux tuyauteries et récipients auxquels il est relié.

Par conception, le récipient ne possède aucune ouverture de visite.

Aucun accès physique à l'intérieur n'est prévu ou possible.

- **Epreuve**

L'épreuve du récipient nécessite :

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

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

- La présence d'eau dans le récipient n'est pas envisageable compte tenu que c'est une enceinte cryogénique. La présence d'un fluide autre que le fluide mis en œuvre peut polluer les parois et perturber le fonctionnement voire détériorer l'installation.
- L'équipement n'est pas isolable des autres équipements tels que le condenseur SFH, la ligne D2 ou la cellule SFH.
- L'absence de purge et de point de vidange empêche l'utilisation de liquide dans ce volume.

- **Conclusion partielle**

Compte tenu des dérogations autorisées par l'arrêté du 27 avril 1960, ni l'inspection visuelle extérieure, ni l'inspection visuelle intérieure, ni l'épreuve ne sont exigées.

Seule l'inspection extérieure est matériellement réalisable.

 <p>NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR</p>	Rapport RHF n° 506	Page : 15/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	Ind. A

Les obstacles à la mise en œuvre de l'inspection visuelle intérieure et de l'épreuve sur l'équipement « Thermosiphon SFH » résultent d'impossibilités techniques liées aux caractéristiques de l'équipement et de son environnement.

IV. Estimation de la probabilité de défaillance

A. Facteur fabrication

L'équipement « Thermosiphon SFH » a été construit en conformité avec le décret du 18 janvier 1943.

Pour l'équipement, le dossier descriptif actuel comprend :

- Un dossier « Mines » avec son état descriptif.
- Le plan d'ensemble (détaillé) et tous les plans de fabrication du fabricant d'origine.
- Une note de calcul.
- Un dossier de fabrication comprenant :
 - Certificat matière et analyse sur produit
 - Procès-verbaux de contrôle en fabrication (radio 100%, ressuage, test hélium, ...)
 - Plan qualité (LOFC)

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 16/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

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

L'équipement a été construit conformément au code CODAP 85 et le décret du 18 janvier 1943.

B. Facteur état

L'équipement « Thermosiphon SFH » n'a pas été l'objet de dysfonctionnement et de dégradation depuis sa mise en exploitation en 1987. Aucun déclenchement d'accessoire de sécurité n'a été enregistré.

L'état global de l'équipement (inspection visuelle extérieure) a été apprécié lors de l'inspection périodique réglementaire réalisée en juin 2014.

Le résultat des zones examinées (100%) en externe est satisfaisant

Niveau de classement	Conditions à satisfaire	Choix
1	1° Equipement ne présentant aucune dégradation OU 2° Equipement présentant des dégradations pour lesquelles l'exploitant peut garantir de façon certaine que leur évolution en service, estimée de façon conservatrice, permet de maintenir les marges de sécurité du même ordre de grandeur que celles présentes à la conception OU 3° Equipement sensible à des modes de dégradation ou de vieillissement dont l'exploitant peut justifier qu'ils ont été spécifiquement pris en compte à la conception et garantir que leurs évolutions en service, estimée de façon conservatrice, restent couvertes par les hypothèses considérées à la conception	X
2	Equipement non classé niveau 1 et présentant des dégradations pour lesquelles l'exploitant considère que leur évolution en service, estimée de façon conservatrice, confèrera à l'équipement, à la fin de sa durée de fonctionnement prévue, une résistance du même ordre de grandeur que la résistance minimale définie à la conception, dans le respect des marges de sécurité.	
3	Equipement présentant des dégradations pour lesquelles l'exploitant ne peut garantir que leur évolution en service, estimée de façon conservatrice, confèrera à l'équipement une résistance au moins égale à la résistance minimale définie à la conception, dans le respect des marges de sécurité, à la fin de sa durée de fonctionnement prévue.	
Niveau de classement final du facteur étudié		
1		

Inspection visuelle de 100% des surfaces externes concluant à un état satisfaisant de l'équipement.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 18/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	Ind. A

C. Facteur dégradation

L'exploitation du « thermosiphon SFH » peut s'appuyer sur le retour d'expérience interne ILL du « condenseur SFV » (Mêmes fluides en contact, mêmes températures, mêmes pressions de fonctionnement, même type de matière (inox), ...). Le REX correspond à l'exploitation pendant 45 ans sans aucune dégradation visible.

1. Modes de dégradation

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

Fatigue thermique oligocyclique ou à grand nombre de cycles

Comportement thermiques différents des matériaux soudés ensemble

Fatigue vibratoire

Pics locaux de pression

Fluage

Concentrations de contraintes

Phénomènes de corrosion localisée et généralisée

Phénomènes thermo hydrauliques locaux nocifs

Vidange de l'équipement en cas de rupture de tuyauterie

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

a) Fatigue thermique ou grand nombre de cycles

Les variations de température du récipient (entre -250 C et 25 °C) ont lieu lors des phases transitoires de fonctionnement de l'installation source froide horizontale ou lors de phases d'essais.

Le compartiment ne possède pas de source de chaleur mais il est le réceptacle du deutérium liquide issu du condenseur et il est réchauffé par la remontée du gaz deutérium chauffé par la puissance résiduelle du réacteur dans la cellule SFH, réfrigérateur à l'arrêt.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 19/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

En situation de fonctionnement stabilisée (hors mise en froid et réchauffage), la température du fluide deutérium est fixe et correspond à la température d'équilibre du changement de phase liquide/gaz du deutérium à 0,5 bar relatif. Cette température est de l'ordre de 24-25K. La variation de température du fluide frigorigère (hélium) au niveau du condenseur a pour conséquence de faire varier le débit de transformation de gaz en liquide du deutérium mais pas la température.

Lors de la mise en froid, le thermosiphon et le gaz deutérium sont à température ambiante et sont progressivement refroidis par convection naturelle entre le thermosiphon et le condenseur (dans lequel circule le fluide frigorigère hélium à une température de quelques degrés inférieurs). La mise en froid de 300K jusqu'à la température de 24 K se fait en 3H30 environ.

Pour le réchauffage, une première phase consiste en la transformation de l'ensemble du deutérium en phase gazeuse (variation de pression de 0,5 à 2,4 bar, énergie apportée par la puissance résiduelle du réacteur, passif, 24 à 150K). Le récipient et le gaz sont ensuite réchauffés par le gaz hélium circulant dans le condenseur de 150K à la température ambiante en plusieurs heures.

Le réchauffage ne se produit qu'une fois par cycle sauf problème d'arrêt intempestif de l'installation (rare, moins d'une fois par an). Le réacteur fonctionne par cycle de 50 jours à raison d'une moyenne de 4 cycles par an.

Pour ce qui est des cyclages pression, les seuls identifiés sont les mises en froid/réchauffages des sources qui font varier la pression de 2,4 bars relatifs à 0,5 bar relatif et retour à 2,4 bars relatifs. Cette variation se déroule sur au minimum 4 heures et sur, en moyenne, 4 cycles par an. En fonctionnement, la régulation entraîne des variations de quelques millibars autour de la valeur de consigne de 0,5 bar relatif, non significatif d'un point de vue pression.

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

b) Comportements thermiques différents des matériaux soudés ensemble

Les soudures réalisées sur ce compartiment sont des soudures homogènes inox Z2 CND 17/12.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

c) Fatigue vibratoire

Le thermosiphon est relié par une tuyauterie rigide au condenseur. Le condenseur est fixé par trois supports à l'enceinte qui est fixée de façon rigide à la dalle de la casemate primaire H5. Toutes les autres liaisons avec le thermosiphon sont réalisées avec des flexibles, rendant le récipient isolé des sollicitations mécaniques extérieures.

 <p>NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR</p>	Rapport RHF n° 506	Page : 20/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	Ind. A

Les débits des gaz et fluides sont très faibles et les variations de pressions très lentes, ce qui ne conduit à aucune vibration en fonctionnement. Il n'y a pas de systèmes mécaniques lourds proches de l'équipement pouvant entraîner une fatigue vibratoire.

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

d) Pics locaux de pression

La pression à l'intérieur du compartiment ne varie pas puisqu'en fonctionnement le volume est fermé et statique. Les débits de remplissage, de vidange ou de fonctionnement sont très faibles et ne peuvent pas conduire à des pics locaux de pression.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

e) Fluage

La température de fonctionnement du compartiment est au maximum la température du hall du réacteur, largement inférieure à la température de fluage d'un acier inoxydable de type 316L.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

f) Concentrations de contraintes

Les concentrations de contraintes se produisent au voisinage d'un accident géométrique.

Les seules zones sensibles sont les ouvertures. Ces zones ont été conçues, calculées et fabriquées pour un récipient pouvant résister à un delta de pression de 4,9 bars alors qu'il est utilisé entre 1,5 et 3,4 bars (absolus).

En situation de fonctionnement, les contraintes sont normales par rapport à ce à quoi le récipient a été prévu.

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

g) Phénomènes de corrosion localisée et généralisée

Le matériau utilisé (acier inoxydable) a été choisi du fait de sa faible sensibilité à la corrosion. De plus, son environnement est exempt de liquide, d'oxygène, de chlore et autres composés pouvant détériorer ce type de matériau.

Le matériau est en contact avec du deutérium pur à température ambiante et à basse température, situation où aucun phénomène de corrosion n'est significatif.

L'extérieur est en contact avec le vide ou de l'azote pur en cas de maintenance.

Le matériau a subi un traitement de surface en fin de fabrication permettant de garantir sa capacité à résister aux agressions avant et pendant son utilisation.

 <p>NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR</p>	Rapport RHF n° 506	Page : 21/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	Ind. A

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

h) Phénomènes thermo hydrauliques locaux nocifs

Il n'y a pas de circulation importante de gaz à l'intérieur du récipient et la température du fluide deutérium est homogène dans le volume (équilibre phases gaz/liquide/température).

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

i) 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 l'équipement. Compte tenu des pressions mises en œuvre, les forces de réaction ne sont pas importantes.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

j) Vieillessement du matériau sous irradiation

L'équipement se trouve dans le hall niveau C du réacteur et n'est pas soumis à l'irradiation.

Ce mode de dégradation n'est pas retenu.

2. Analyse du facteur relatif aux dégradations auxquelles l'équipement 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, activité,...)

Aucune vérification intérieure n'est réalisée pendant sa durée de vie en exploitation. La surface extérieure est inspectée lors des inspections périodiques et doit permettre de détecter les dégradations.

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

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

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

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 23/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	Ind. A

D. Résultat probabilité de défaillance

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

Rappel des cotations obtenues :

	Compartiment « réservoir deutérium »
Facteur fabrication	1
Facteur état	1
Facteur dégradation	1

Le résultat de la probabilité de défaillance est un risque de défaillance faible pour le récipient « Thermosiphon SFH ».

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 24/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	Ind. A

V. Equivalence du niveau de sécurité de l'équipement par rapport à celui qui serait établi par réalisation des mesures de droit commun

A. 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.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 25/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

B. Performances gestes réglementaires

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

Tableau anciennes dérogations	Détection fissuration externe	Détection fissuration interne	Détection perte épaisseur externe	Détection perte épaisseur interne
GR1 : dispense (§1) visite extérieure des récipients 40 mois en IP, 120 mois en RP ($\alpha=2$)	PI1=0 PG1=0	PI2=0 PG2=0	PI3=0 PG3=0	PI4=0 PG4=0
GR2 : dispense (§1) visite intérieure des récipients 40 mois en IP, 120 mois en RP ($\alpha=2$)	PI1=0 PG1=0	PI2=0 PG2=0	PI3=0 PG3=0	PI4=0 PG4=0
GR3 : dispense (§2) d'épreuve hydraulique décennale 1,2PS des récipients ($\alpha=1$)	PI1=0 PG1=0	PI2=0 PG2=0	PI3=0 PG3=0	PI4=0 PG4=0
\sum PG Récipient selon Arrêté du 27 avril 1960	\sum PG1 _{GR} =0	\sum PG2 _{GR} =0	\sum PG3 _{GR} =0	\sum PG4 _{GR} =0

En application du tableau établi précédemment, les actions réglementaires identifiées comme ne pouvant pas être réalisées sur le récipient considéré sont :

- Aucune exigence réglementaire selon ancienne dérogation donc aucune identifiée comme ne pouvant pas l'être.

Cependant, tel que présenté au point III, a) la visite extérieure du récipient thermosiphon SFH est réalisable et est réalisée de façon volontaire sur l'équipement aux échéances prévues.

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 26/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

C. Performances gestes compensatoires

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

- GC1 : suivi permanent des paramètres physiques externes (pression). Par conception, l'installation permet, grâce à une cascade de pression, de pouvoir surveiller l'état des parois du circuit deutérium (en particulier le thermosiphon SFH) en permanence, que la source froide soit en marche ou à l'arrêt. Pour ce cas précis, la pression de l'espace externe est négative (volume isolé sur lui-même ou en pompage) et est surveillée en permanence par des jauges à vide de pré-alarme et trois jauges à vide d'alarme. Le niveau de vide et les alarmes sont reportés en salle de contrôle. De façon périodique, le gaz est analysé par spectrométrie de masse afin de rechercher la non présence de deutérium, marqueur d'une fuite éventuelle.
- GC2 : Test d'étanchéité par suivi de pression interne. Pendant toute la phase d'arrêt de la source froide, la pression interne (2,4 bar relatifs) est surveillée en permanence tandis que la pression externe est en vide primaire (sans pompage). Le volume est isolé par les vannes 970V11 et 970V31 et toute fuite de pression est décelée.

Tableau 2

	Détection fissuration externe	Détection fissuration interne	Détection perte épaisseur externe	Détection perte épaisseur interne
GC1 : suivi permanent des paramètres physiques externes	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
\sum PG GC proposés	\sum PG1 _{GC} =8	\sum PG2 _{GC} =8	\sum PG3 _{GC} =8	\sum PG4 _{GC} =8

D. Performances des dispositions préventives

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

- Ind. A
- DP1 : *Maitrise des caractéristiques chimiques du fluide interne. Le fluide intérieur du compartiment est un gaz pur inerte, analysé avant chaque cycle, et ses caractéristiques (pression, température) nous garantissent son innocuité vis-à-vis de la perte d'épaisseur en surface interne (voir RHF n°519).*

Lors des inter-cycles avec travaux sur la SFH nécessitant une vidange partielle ou totale du deutérium, le remplissage en deutérium est réalisé à partir de bouteilles de D₂ pur analysées au maximum 15 jours avant le remplissage.

Pendant le fonctionnement et en inter-cycles sans travaux sur la SFH, le circuit deutérium SFH, dont fait partie le thermosiphon, 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 (pas d'interaction significative avec l'inox dans les conditions d'exploitation, cf. RHF n°519). L'évolution des caractéristiques chimiques est donc connue à tout moment. C'est bien par conséquent un suivi permanent et particulier de ces caractéristiques qui est réalisé.
 - DP2 : *Maitrise des caractéristiques chimiques du fluide externe. Le fluide extérieur au compartiment est le vide (ou un gaz inerte et pur dans le cadre d'une maintenance). Ses caractéristiques intrinsèques nous garantissent son innocuité vis-à-vis de la perte d'épaisseur en surface externe. Toute remontée de vide est immédiatement détectée et provoque des alarmes en salle de contrôle et des actions correctives.*

Tableau 3

	Détection fissuration externe	Détection fissuration interne	Détection perte épaisseur externe	Détection perte épaisseur interne
DP1 : maitrise des caractéristiques chimique du fluide interne	PG1=0	PG2=0	PG3=0	PG4=3
DP2 : maitrise des caractéristiques chimique du fluide externe	PG1=0	PG2=0	PG3=3	PG4=0
\sum PG DP proposés	\sum PG1 _{DP} =0	\sum PG2 _{DP} =0	\sum PG3 _{DP} =3	\sum PG4 _{DP} =3

E. Analyses des performances et des niveaux de sécurité

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

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

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

1. Performances des dispositions retenues

Dans notre approche, nous considérons que seul le geste réglementaire d'inspection extérieure peut être réalisé en conformité avec les annexes 5 et 6.

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
$\sum PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisés})}$	PG1=14	PG2=10	PG3=16	PG4=10

2. Performances des dispositions réglementaires diminués des dispositions préventives

Tableau 5	Détection fissuration externe	Détection fissuration interne	Détection perte épaisseur externe	Détection perte épaisseur interne
GR (tableau 1)	PG1 _{GR} =0	PG2 _{GR} =0	PG3 _{GR} =0	PG4 _{GR} =0
DP proposés (tableau 3)	PG1 _{DP} =0	PG2 _{DP} =0	PG3 _{DP} =3	PG4 _{DP} =3
$\sum PG_{GR} - \sum PG_{DP}$	PG1=0	PG2=0	PG3= -3	PG4= -3

 <p>NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR</p>	Rapport RHF n° 506	Page : 29/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	Ind. A

3. Comparaisons des performances

Cette comparaison est faite par phénomène de dégradation :

Détection fissuration externe : $PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisés})} = 14 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = 0$

Détection fissuration interne : $PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisés})} = 10 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = 0$

Détection perte épaisseur externe : $PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisés})} = 16 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = -3$

Détection perte épaisseur interne : $PG_{(GC \text{ proposés} + GR \text{ réalisés})} = 10 \geq PG_{GR} - PG_{DP} = -3$

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

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 30/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

Conclusion niveau de sécurité

Pour le récipient « Thermosiphon SFH » et selon le paragraphe 2.3.2 du courrier ASN CORDEP DEP 2013-034129, la démonstration de l'équivalence du niveau de sécurité proposée par l'ILL ci-dessus est suffisante.

VI. Evaluation des conséquences de défaillance

La rupture du Thermosiphon SFH ainsi que du condenseur SFH est envisagée dans le rapport de sureté de l'ILL.

Dès l'origine, la rupture d'une des parois du circuit deutérium a été prise en compte dans la conception de l'installation et a conduit à la fabrication et au surdimensionnement d'une enveloppe externe.

A. Facteur conséquence sur les travailleurs

La défaillance du Thermosiphon SFH conduit à la sortie du deutérium dans l'enceinte sous vide se trouvant autour. Cette enceinte est testée en permanence étanche, par conséquent cette défaillance n'a pas d'incidence sur les travailleurs autour de l'équipement.

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

Remarque : la double défaillance simultanée du Thermosiphon SFH et de l'enceinte autour de lui n'est pas considérée comme raisonnablement prévisible.

B. Facteur conséquence sur l'environnement

Dans le cas d'une fuite de deutérium liquide dans l'enceinte autour du thermosiphon SFH, celui-ci va se vaporiser et selon le débit de fuite, conduire à une augmentation de pression dans circuit « vide condenseur ». Si la pression dépasse la pression de tarage de l'accessoire de sécurité (peu probable), le fluide radioactif peut être rejeté par la ligne tarée en haut de la cheminée de rejet de 45m.

Cette situation a été prise en compte dans le nouveau rapport de sécurité et est décrite dans la fiche CF3.DE.2. Les conséquences du rejet sont classées en G2 dans l'hypothèse la plus pénalisante d'activité tritium. Ce rejet dépasse l'autorisation de l'arrêté rejet de l'INB

 NEUTRONS FOR SCIENCE DIVISION REACTEUR	Rapport RHF n° 506	Page : 31/32
	TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »	

(mensuel mais pas annuel) et conduit sur la population des groupes de référence à une exposition $E < 0,1$ mSv/an.

Le niveau de conséquence sur l'environnement est faible.

C. 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.

Conclusions

La démarche présentée ci-avant s'appuyant sur la méthodologie proposée par l'ASN dans son courrier CODEP-DEP-2013-034129 nous permet de demander des conditions particulières d'application du titre III du décret 99-1046 au récipient « Thermosiphon SFH »

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

Le POES mis en œuvre, prend notamment en compte les éléments d'engagement pris dans le présent RHF 506. Pour rappel, les opérations particulières proposées sont :

- *Suivi permanent des paramètres physiques externes au récipient « Thermosiphon SFH »,*
- *Test d'étanchéité par suivi de pression interne du récipient « Thermosiphon SFH »,*
- *Maîtrise des caractéristiques chimiques des fluides interne et externe au récipient « Thermosiphon SFH »,*
- *Maîtrise et maintien des paramètres d'exploitation permettant de garantir le respect des plages de fonctionnement prises en compte dans l'étude d'expert,*

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

Ind. A

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 l'ensemble de ses compartiments, seront réalisées avec une périodicité fixée à 40 mois. L'inspection périodique sera réalisée sous la responsabilité de l'exploitant et comprendra :

- Une inspection visuelle extérieure du récipient « Thermosiphon SFH »,
- Une vérification des accessoires de sécurité associés.

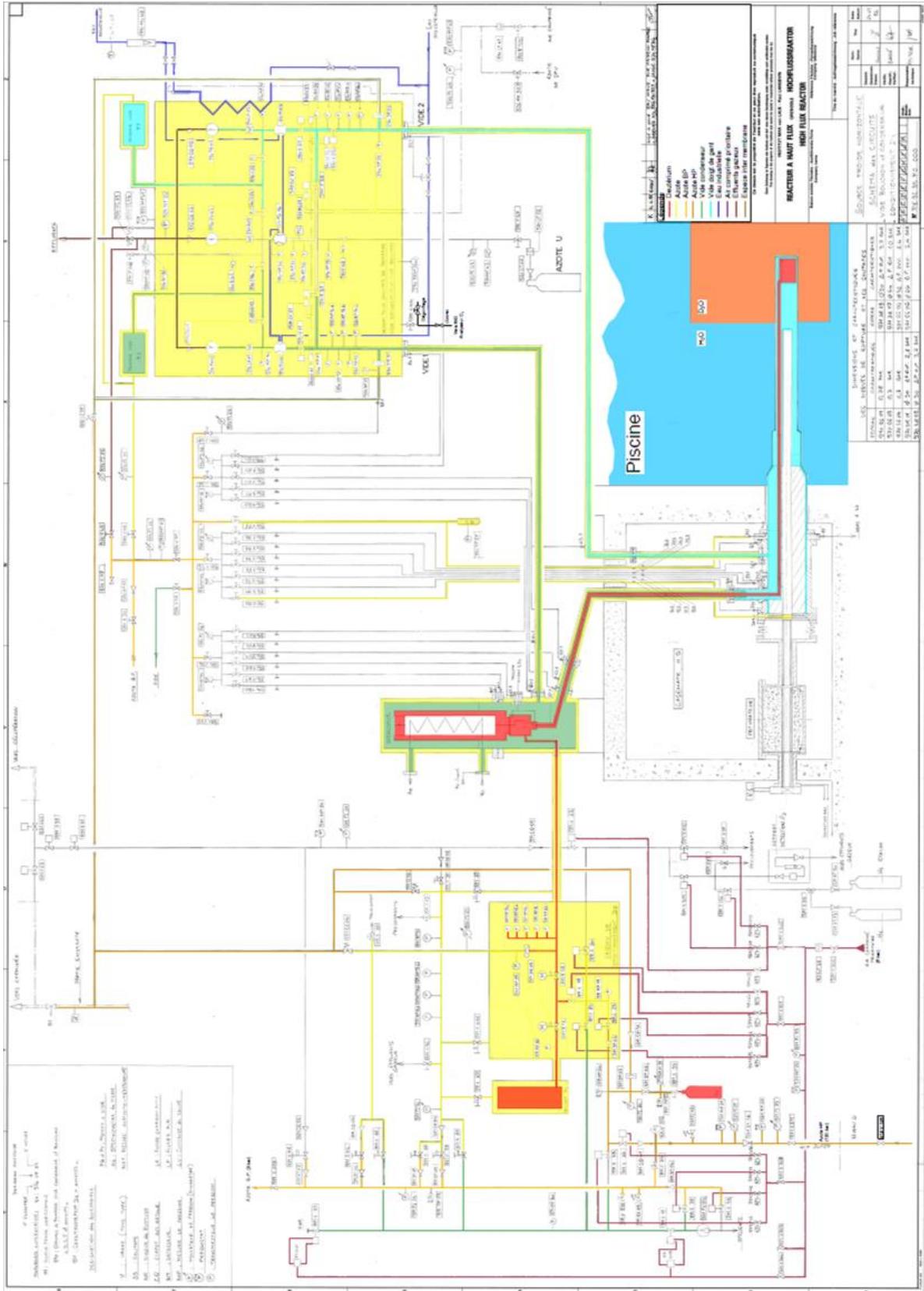
Requalification périodiques sous la responsabilité d'un OHA.

L'intervalle des requalifications périodiques concernant le récipient « Thermosiphon SFH » 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 autres, pour le récipient « Thermosiphon SFH » considéré :

- Une inspection visuelle extérieure du récipient « Thermosiphon SFH »,
- Une vérification des accessoires de sécurité associés,
- La vérification des éléments définis dans le présent document (RHF 506) concernant :
 - Demandes de dispenses de gestes réglementaires pour :
 - Vérifications internes tous les 40 mois du récipient « Thermosiphon SFH »,
 - Epreuve hydraulique tous les 120 mois du récipient « Thermosiphon SFH »,
 - Respect des conditions particulières proposées en regard des dispenses ci-dessus :
 - Suivi permanent des paramètres physiques externes au récipient « SFH »,
 - Test d'étanchéité par suivi de pression interne du récipient « Thermosiphon SFH »,
 - Maîtrise des caractéristiques chimiques des fluides interne et externe au récipient « Thermosiphon SFH »,
 - Maîtrise et maintien des paramètres d'exploitation permettant de garantir le respect des plages de fonctionnement prises en compte dans l'étude d'expert,
- La vérification de l'adéquation et de l'existence du POES pour le récipient « Thermosiphon SFH »,
- La vérification de la présence des éléments de preuve attendus par le présent document (RHF 506) et le POES dans le dossier d'exploitation.



ANNEXE 1 - Schéma PID source froide horizontale



TITRE : DEFINITION DE CONDITIONS PARTICULIERES D'APPLICATION DU
TITRE III DU DECRET 99-1046 A L'EQUIPEMENT « THERMOSIPHON SFH »

Ind. 0

ANNEXE 3 – Certificat éprouve mines (Séparateur de phase)

DIRECTION REGIONALE DE L'INDUSTRIE
ET DE LA RECHERCHE

RÉGION RHONE-ALPES
DÉPARTEMENT
de... I. ISERE

CERTIFICAT D'ÉPREUVE

effectuée par application du décret du 18 Janvier 1943
(Appareils à pression de gaz)

ÉPREUVE opérée le 03-10-76 dans la COMMUNE de SASSENAGE

Etablissement où l'épreuve a été faite : <u>L'AIR LIQUIDE - DCVM - DTA - SASSENAGE</u>	Type de récipient : <u>Séparateur de phases</u> Capacité en litres : <u>22</u>
Nom et domicile de la personne ayant demandé l'épreuve : <u>M^r GARCIA - L'AIR LIQUIDE - DCVM - DTA - CPUGO - BP 15 - 38360 - SASSENAGE</u>	Etablissement auquel le récipient est affecté ou destiné : <u>I. L. L. - Av. des Martyrs - GRENOBLE</u>

NOMBRE ET DÉSIGNATION des pièces éprouvées	LOGIQUE en litres en cm ³	VARIÉTÉ en litres en cm ³	BRASSER en mm	MÉTAL en mm	OBSERVATIONS
<u>1 Séparateur de phases composé de</u>					Date ancienne éprouve : <u>neuf</u>
<u>- 1 virde</u>	<u>200</u>	<u>279</u>	<u>2</u>	<u>22cm17R</u>	
<u>- 2 fonds</u>	<u>78</u>	<u>279</u>	<u>2</u>	<u>22cm17R</u>	
Désignation du visiteur : <u>M^r CHASSANDE - PATRON</u> <u>Contrôle Qualité AL</u>					

CONSTRUCTEUR : L'AIR LIQUIDE - DCVM - DTA - CPUGO
 ANNÉE DE FABRICATION : 1986
 N° DE FABRICATION : AL 597
 N° DE PLAN : 649.3602.A.AO.002

Pression de calcul : <u>4,9 bars absolus</u>	Pression d'épreuve : <u>9,8 bars</u>
--	--------------------------------------

Circonstances de l'épreuve (N ou A) : N

Nom et signature de l'ingénieur Subdivisionnaire ayant procédé à l'épreuve : J.P. CLAUZON

Enregistré au registre A. P. G. sous le n° 12608

A GRENOBLE le 31 OCT 1976

M. le Directeur Régional de l'Industrie et de la Recherche
Expert agréé par le Préfet

J.-P. CLAUZON