



[REDACTED]	Type Doc.	Activité	Ca.LMT	N° Ordre	Révision	REF
[REDACTED]	NT	100807	12	0095	B	REF
AREVA NC						REF

8 juillet 2016

NOTE TECHNIQUE

JUSTIFICATION DE LA DEMANDE DES DISPOSITIONS PARTICULIERES DES CONDITIONS D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99.1046

POT DE PASSAGE 2220B – 4012 de l'Atelier R1

CARACTERISANTS E&P	
UNITE CHAINE	2220B
REPERE EQUIPEMENT	4012
BATIMENT BLOC	R1
NIVEAU	[REDACTED]
SALLE	[REDACTED]
SECTEUR (site)	UP2-800
AIRE (site)	/
CODE ARTICLE	/
CMT (3 num)	120
CARACTERISANTS AREVA NC HAGUE	
TYPE DOC	NT
AUTRE	/
GROUPE	AP
FAMILLE	
SPEC.TECH.	AP

Rév.	Rédaction	Vérification	Approbation
B	Ce document contient des informations masquées dans l'objectif de garantir : - la protection des installations, - le secret industriel. L'ASN détient la version complète de la présente note.		Le : 08/07/2016



E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

NOTE TECHNIQUE
JUSTIFICATION DE LA DEMANDE DES DISPOSITIONS PARTICULIERES
DES CONDITIONS D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99.1046

POT DE PASSAGE 2220B – 4012 de l'Atelier R1

CARACTERISANTS E&P	
UNITE CHAINE	2220B
REPERE EQUIPEMENT	4012
BATIMENT BLOC	R1
NIVEAU	██████
SALLE	██████
SECTEUR (site)	UP2-800
AIRE (site)	/
CODE ARTICLE	/
CMT (3 num)	120
CARACTERISANTS AREVA NC HAGUE	
TYPE DOC	NT
AUTRE	/
GROUPE	AP
FAMILLE	
SPEC.TECH.	AP

Rév.	Rédaction	Vérification	Approbation
B	██████	██████████	██████



E&P

Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision
NT	100807	12	0095	B

REF

AREVA
NC

~~REF~~

HISTORIQUE DES REVISIONS

Rév.	Date, N° de contrôle, Signataire et repérages des paragraphes modifiés
A	Approbation le : 28/02/2014 N° de contrôle : 000..... Rédacteur : [REDACTED] Vérificateur : [REDACTED] Approbateur : [REDACTED]
B	Rédacteur : [REDACTED] Vérificateur : [REDACTED] Approbateur : [REDACTED]

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

SOMMAIRE

1	OBJET DU DOCUMENT ET CHAMP D'APPLICATION	5
2	OBJET DE LA REVISION	5
3	SIGLES ET ABBREVIATIONS	6
4	DOCUMENTS DE REFERENCE	6
5	DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU POT DE PASSAGE ESPN	8
5.1	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	8
5.2	CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT DU COMPARTIMENT PROCEDE	13
5.3	CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT DU COMPARTIMENT CALOPORTEUR	13
6	CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES	13
7	EXIGENCES REGLEMENTAIRES	15
7.1	APPLICABLES LORS DE SA FABRICATION	15
7.2	APPLICABLES A L'ESPN	15
7.2.1	<i>Classement de l'équipement</i>	15
7.2.2	<i>Inspection périodique</i>	15
7.2.3	<i>Requalification périodique</i>	16
8	OBSTACLES A LA MISE EN ŒUVRE DES ACTIONS REGLEMENTAIRES	17
8.1	ENVIRONNEMENT DE L'ESPN	17
8.2	ACCESSIBILITE A L'EQUIPEMENT	17
8.3	EXAMEN VISUEL	18
8.4	MISE EN PRESSION (EPREUVE HYDRAULIQUE)	19
8.4.1	<i>Compartment nucléaire</i>	19
8.4.2	<i>Compartment sous pression</i>	19
8.5	PERIMETRE DE LA DEMANDE DE DISPOSITIONS PARTICULIERES	19
9	ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE LA DEFAILLANCE	19
9.1	DETERMINATION DU FACTEUR FABRICATION	20
9.1.1	<i>Dossier descriptif</i>	20
9.1.2	<i>Matériau</i>	20
9.1.3	<i>Présentation du dossier de calcul</i>	21
9.1.4	<i>Note de calcul statique de conception</i>	21
9.1.5	<i>Justification d'une épaisseur minimale</i>	23
9.1.6	<i>Niveau du facteur de fabrication de l'équipement</i>	24
9.2	DETERMINATION DU FACTEUR ETAT	25
9.2.1	<i>Modes de dégradation</i>	26
9.2.2	<i>Examen visuel</i>	26
9.2.3	<i>Mesures d'épaisseur</i>	26
9.2.3.1	Estimation de l'évolution de la corrosion	26
9.2.3.1.1	Démarche	26
9.2.3.1.2	Epaisseur de conception	28
9.2.3.1.3	Vitesse de perte d'épaisseur	28
9.2.3.1.4	Détermination d'une durée de vie de fonctionnement (DMF) réduite par rapport à la perte d'épaisseur	35
9.2.3.1.5	Estimation de la périodicité des campagnes de mesures d'épaisseur	35
9.2.4	<i>Suivi de l'historique de fonctionnement</i>	36
9.2.4.1	Suivi des températures de fonctionnement du pot de passage	36
9.2.4.2	Suivi des températures de fonctionnement du pot de passage	36
9.2.4.3	Suivi des cycles en fatigue du pot de passage	37
9.2.5	<i>Niveau du facteur état de l'équipement</i>	38
9.3	DETERMINATION DU FACTEUR DEGRADATION	38
9.3.1	<i>Sensibilité de l'équipement face aux dégradations potentielles</i>	39



E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

9.3.2	<i>Corrosion</i>	42
9.3.2.1	Détermination de la probabilité d'apparition de la dégradation.....	42
9.3.2.1.1	Données expérimentales	42
9.3.2.1.2	Retour d'expérience des inspections sur équipements similaires	43
9.3.2.1.3	Probabilité d'apparition de la dégradation de type corrosion.....	46
9.3.2.2	Détermination de la maîtrise des conditions d'exploitation.....	46
9.3.2.3	Détermination de l'adéquation des inspections aux dégradations.....	47
9.3.2.4	Niveau du facteur de dégradation	47
9.3.3	<i>Fatigue</i>	48
9.3.3.1	Détermination de la probabilité d'apparition de la dégradation.....	48
9.3.3.2	Détermination de la maîtrise des conditions d'exploitation	48
9.3.3.3	Détermination de l'adéquation des inspections aux dégradations.....	49
9.3.3.3.1	Adéquation des inspections liées à la fatigue	49
9.3.3.4	Niveau du facteur de dégradation	50
9.3.4	<i>Facteur Global de dégradation de sécurité de l'équipement</i>	50
9.4	DETERMINATION DU NIVEAU DE SECURITE DE L'ESPN	50
10	EVALUATION DES CONSEQUENCES DE LA DEFAILLANCE DE L'ESPN	51
10.1	RETOUR D'EXPERIENCE (REX).....	51
10.2	RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DE L'ESPN.....	51
10.3	CONSEQUENCES SUR LE PERSONNEL.....	52
10.4	CONSEQUENCES SUR L'ENVIRONNEMENT	53
11	PERIMETRE DE LA DEMANDE D'AMENAGEMENT D'APPLICATION DU TITRE III POUR LE SUIVI EN SERVICE	54

E&P	Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision	REF
AREVA NC	NT 100807 12 0095 B	REF

1 OBJET DU DOCUMENT ET CHAMP D'APPLICATION

Les Equipements Sous Pression Nucléaires (ESPN) sont soumis aux dispositions de suivi en service du Titre III du décret [1] relatif aux Equipements Sous Pression. Ces dispositions sont précisées dans l'arrêté [2] dans son titre III et dans ses annexes 5 et 6.

De ce fait, le pot de passage 2220B-4012 de préchauffage de la solution d'attaque de l'Atelier R1 est soumis à ces dispositions réglementaires de suivi en service.

L'accessibilité à l'ESPN étant difficile du fait de son implantation et de l'ambiance radiologique, la totalité des gestes réglementaires n'est pas réalisable sur cet ESPN. Il doit ainsi faire l'objet d'une demande de décision individuelle d'octroi de dispositions particulières de suivi en service en absence de dérogation existante conformément au guide [3].

Le présent document, à l'appui de notre demande, comprend :

- la description de l'équipement et les justifications pour solliciter des modalités particulières de suivi en service,
- l'analyse des différents facteurs impactant la probabilité de défaillance de l'équipement et notamment l'analyse des données disponibles concernant sa fabrication, son état et sa sensibilité aux dégradations,
- la démonstration que les mesures compensatoires envisagées en remplacement de tout ou en partie de certaines actions réglementaires, permettent de garantir que le niveau de sécurité de l'équipement sera au moins équivalent à celui qui serait établi par la réalisation complète des exigences réglementaires,
- la présentation d'informations relatives aux conséquences potentielles de la défaillance,
- le périmètre de la demande d'aménagement d'application du titre III du décret 99.1046.

2 OBJET DE LA REVISION

L'objet de cette révision est la prise en compte des demandes complémentaires formulées :

- dans le courrier [4],
- par l'ASN dans le cadre des VdS et des échanges sur l'envoi des CPAT3 4120-21 et 23 de l'atelier T2 en octobre 2015.
- par l'ASN ainsi que des réponses apportées par AREVA NC Etablissement de la Hague dans le courrier 2016-23773 et dans le courrier 2016-32582.

3 SIGLES ET ABREVIATIONS

DEX	Dossier d'exploitation
DMF	Durée minimale de fonctionnement
ESPN	Equipements sous pression nucléaire
EIP	Equipement Important pour la Protection
INB	Installation nucléaire de base
OIHA	Organisme Indépendant Habilité et Accepté
POES	Programme d'opération, d'entretien et de surveillance
PS	Pression Maximale Admissible
RPS	Rapport provisoire de sûreté
VA	Vapeur d'eau
ZIS	Zone(s) identifiée(s) la(les) plus sensible(s)

4 DOCUMENTS DE REFERENCE

- [1] Décret 99.1046 du 13 décembre 1999 relatif aux Equipements Sous Pression
- [2] Arrêté du 12 décembre 2005 relatif aux Equipements Sous Pression Nucléaires
- [3] CODEP – DEP – 2013 – 034129 : Conditions particulières d'application du Titre III du décret 99 – 1046 aux Equipements Sous Pression Nucléaire
- [4] CODEP – DEP – 2014 – 017304 : Rejet des demandes de conditions particulières d'application du titre III du décret du 13 décembre 1999 aux équipements sous pression nucléaires
- [5] 2014-37495 : Justification du classement du pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1 en « ESPN de Niveau 2 » selon l'arrêté du 12 décembre 2005
- [6] Décret du 2 avril 1926 portant règlement sur les appareils à vapeur autres que ceux placés à bord des bateaux
- [7] Arrêté du 15 Mars 2000 relatif à l'exploitation des équipements sous pression
- [8] Arrêté du 21 décembre 1999 relatif à la classification et à l'évaluation de conformité des équipements sous pression
- [9] Fiche COLEN n°24 : Vérification intérieure des équipements

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

- [10] CODEP – DEP – 2013 – 066339 : Transmission de dossiers de demandes d'octroi de conditions particulières d'application du titre III du décret 99.1046 à des équipements sous pression nucléaires
- [11] 2013-36567 : Dossier Descriptif du pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1
- [12] NT 1301 12 0140 A : CALCUL DES POTS ET DE LEUR CHARPENTE SOUS PRESSION INTERNE ET SOUS SEISME
- [13] NT 100807 12 0248 A : Note de calcul statique et fatigue des pots de passage 2220-4012 et 4017 des ateliers R1/T1
- [14] 2014-35983 : Programme d'Opération d'Entretien et de Surveillance (POES) – Pot de passage 2220B-4012 Atelier R1
- [15] Courrier COR ARV 3SE INS 13-003 : Guide inter-exploitant des conditions particulières d'application du Titre III du décret 99.1046 aux équipements relevant des annexes 5 et 6 de l'arrêté du 12 décembre 2005
- [16] NT 100807 00 0101 A : NOTE TECHNIQUE – Comptage des cycles de fatigue du Pot 2220B-4012 Atelier R1
- [17] 2016-22780: RAPPORT CONTROLE VISUEL DU POT 2220B-4012 DE L'ATELIER R1
- [18] 2014-36993 : Principes de détermination de la durée de vie des équipements ESPN
- [19] 2016-35709: FICHE DE CONTROLE TEST EN PRESSION ESPN ATELIER R1 UNITE 2220B 4012 ANNEE 2016
- [20] 1994-157 : Note de fonctionnement – R1 – Unité 2001- Réactifs actifs et inactifs
- [21] 2015-72491 : (DCF 100210 20 015 051 A) EXAMEN CONFORMITE VIEILLISSEMENT PRESTATIONS DE MESURES D'EPAISSEUR PAR ULTRASONS SUR EQUIPEMENT -
- [22] 2014-15014 : Justification de la demande des dispositions particulières des conditions d'application du titre III du décret 99.1046 – Dissolveur rotatif 2220B-10 de l'atelier R1
- [23] DER 1301 12 068 205 Rév A : Procès-verbal d'épreuve hydraulique relatif au pot 2220-4012 BS
- [24] 1994-199 : Note de fonctionnement dissolution unité 2220 – R1
- [25] 2016- 11685 : JUSTIFICATION DE LA DEMANDE DES DISPOSITIONS PARTICULIERES DES CONDITIONS D'APPLICATION DU TITRE III DU DECRET 99.1046 -POT DE PRECHAUFFAGE 2220B-4012 DE L'ATELIER T1

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

5 DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU POT DE PASSAGE ESPN

5.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le principe de fonctionnement et les caractéristiques des flux traités dans le pot de passage sont présentés dans l'Analyse de Sécurité de justification de classement en niveau de l'ESPN [5].

Le pot de passage est constitué de deux compartiments indissociables (Figure 1) :

- un compartiment procédé en dépression contenant la solution de dissolution dont l'activité est supérieure à 370 GBq,
- un compartiment sous pression d'un volume de [REDACTED] (double-enveloppe de chauffe) soudé extérieurement sur le fond de la cuve du pot de passage et contenant le fluide caloporteur (VA) sans activité radiologique.

Pour rappel et à titre indicatif le pot de passage est à ce jour un EIP de rang 3.

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

Pot de passage 2220B-4012 atelier R1

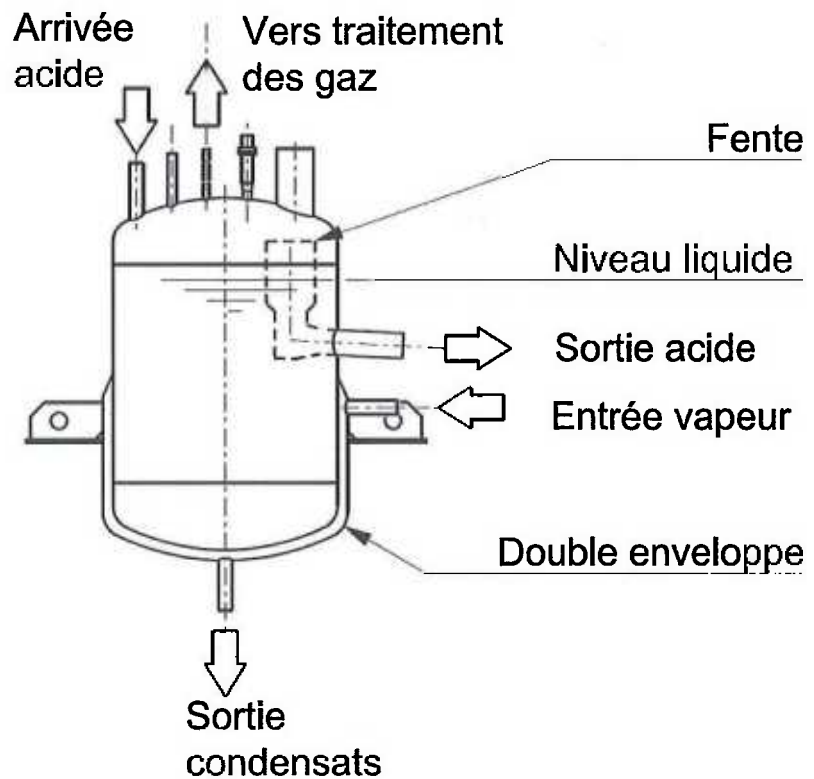


Figure 1 - Schéma descriptif du pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1

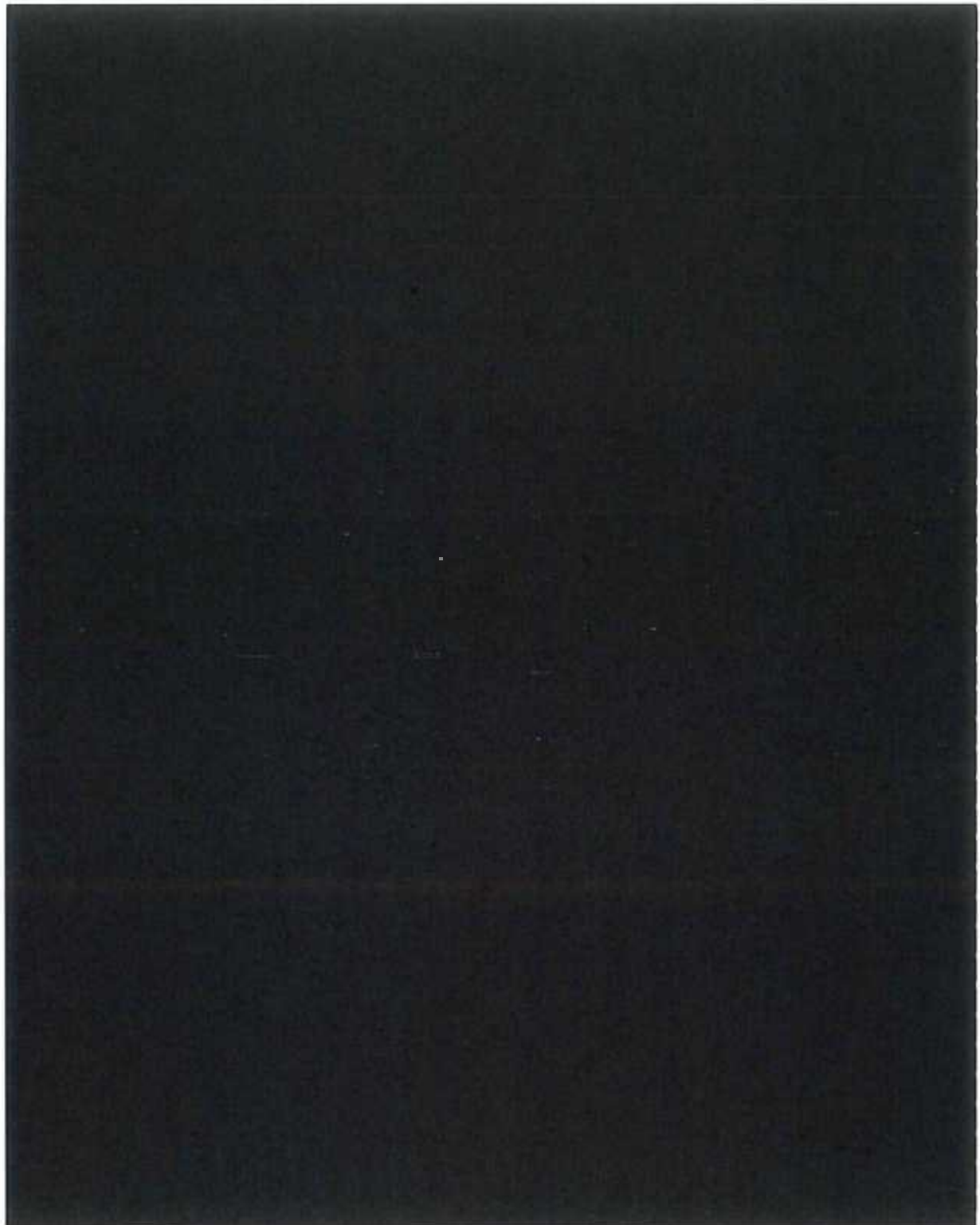


Figure 2 - Schéma de principe du pot de passage 2220B-4012 et de son circuit caloporteur (Unité 2260B)

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.LMT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

Le pot de passage 2220B-4012 est alimenté par la cuve de préparation [REDACTED] via la cuve [REDACTED] et le pot de passage [REDACTED] (Figure 3). La solution d'attaque de la dissolution est préparée dans la cuve [REDACTED]. Cette cuve est entre autre alimentée en acide [REDACTED] récupéré depuis la cuve réactif [REDACTED] par les air-lifts [REDACTED] ou [REDACTED] [24] (Figure 4).

La cuve [REDACTED] est alimentée par la [REDACTED] depuis la cuve [REDACTED] par la pompe [REDACTED] de [REDACTED] [20] (Figure 5).



Figure 3 – Schéma procédé entre le pot de passage 2220B-4012 et la cuve de préparation [REDACTED]

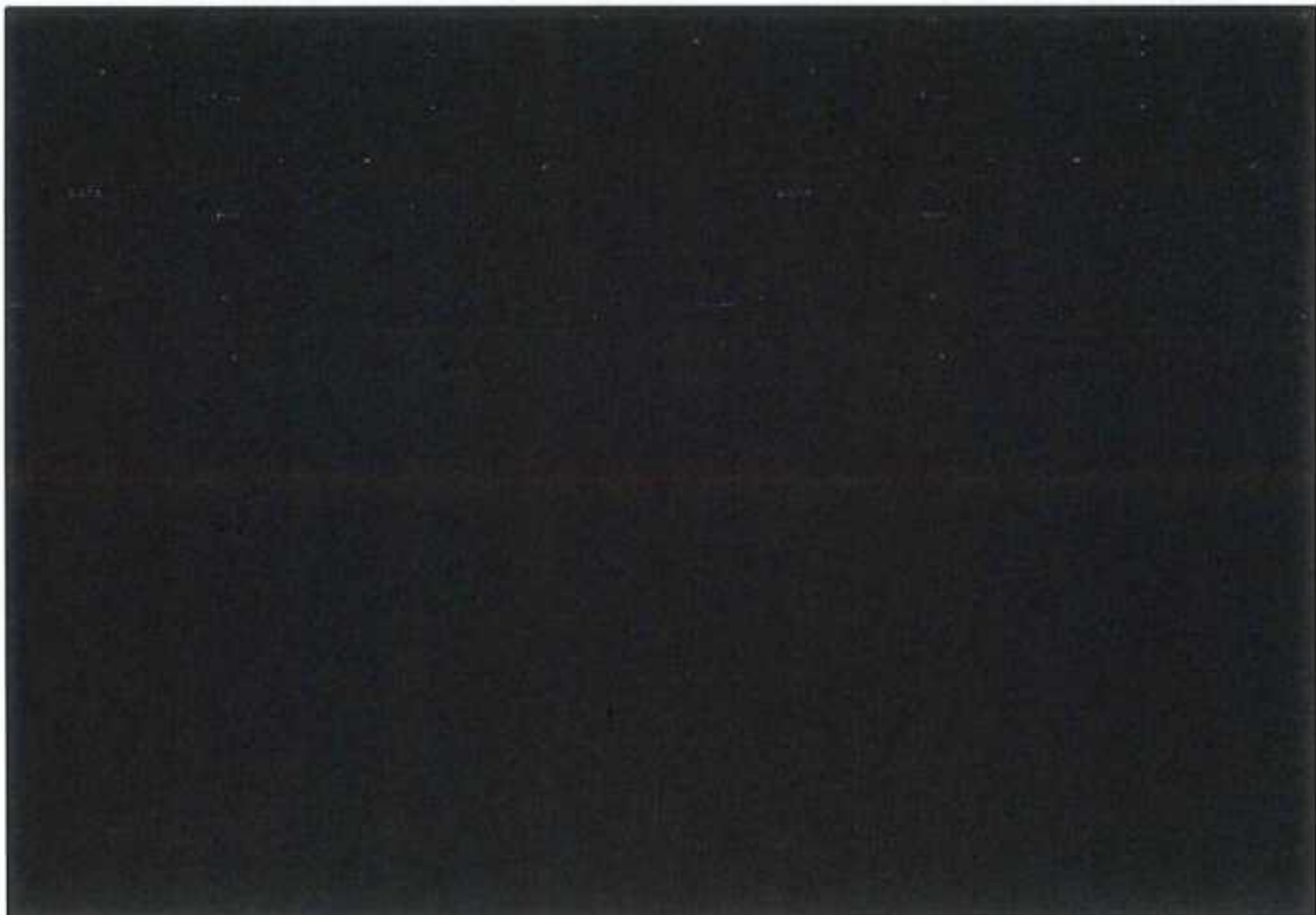


Figure 4 – Schéma de fonctionnement - Réactifs actifs unité 2001

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

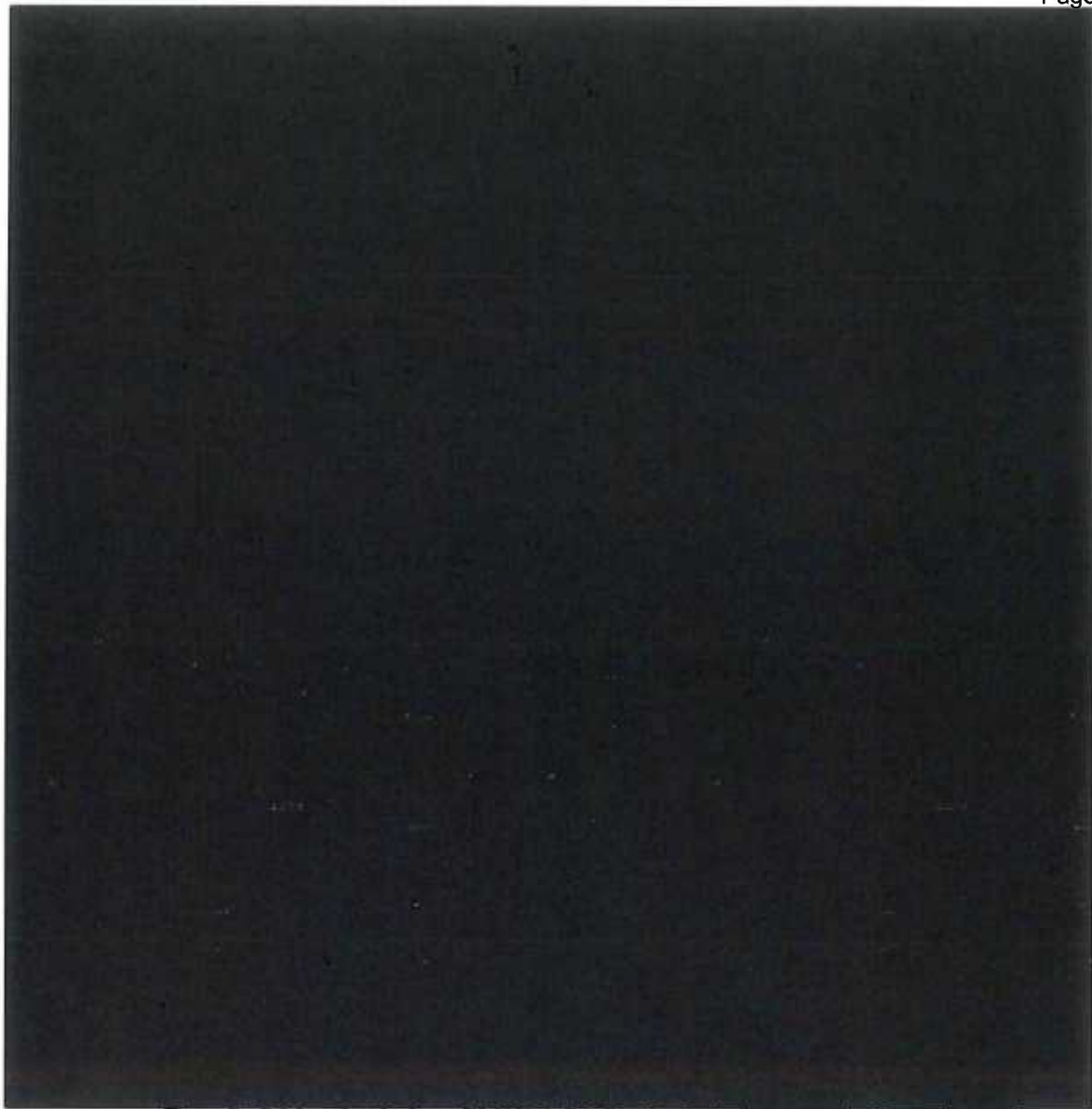


Figure 5 – Schéma de principe unité 4140 de l'atelier R2 entre la [redacted] et la cuve [redacted]

5.2 CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT DU COMPARTIMENT PROCÉDÉ

Données	Unité(s)	Compartiment procédé
Fluide		■
Pression mini - maxi de service	bar relatif	■
Température Normale de service	°C	90
Volume au trop plein du procédé	L	■

5.3 CARACTERISTIQUES DE DIMENSIONNEMENT DU COMPARTIMENT CALOPORTEUR

Données	Unité(s)	Compartiment caloporteur
Fluide		VA
Pression Maximale Admissible (PS)	bar relatif	6,6
Température Maximale Admissible	°C	165
Volume double enveloppe	L	■

6 CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES

Les principales caractéristiques du pot de passage 2220B-4012 sont les suivantes :

- hauteur extérieure de la cuve : ■
- hauteur totale extérieure : ■
- diamètre extérieur cuve : ■
- diamètre extérieur double enveloppe : ■

Le matériau constitutif du pot de passage 2220B-4012 est le ■.

Les épaisseurs nominales de fabrication des différents composants pour le pot de passage 2220B-4012 de R1 sont (Figure 6) :

- virole : ■ (Rouge),
- fond torisphérique supérieur : ■ (Vert),
- fond torisphérique inférieur : ■ (Bleu),
- double-enveloppe : ■ (Jaune).

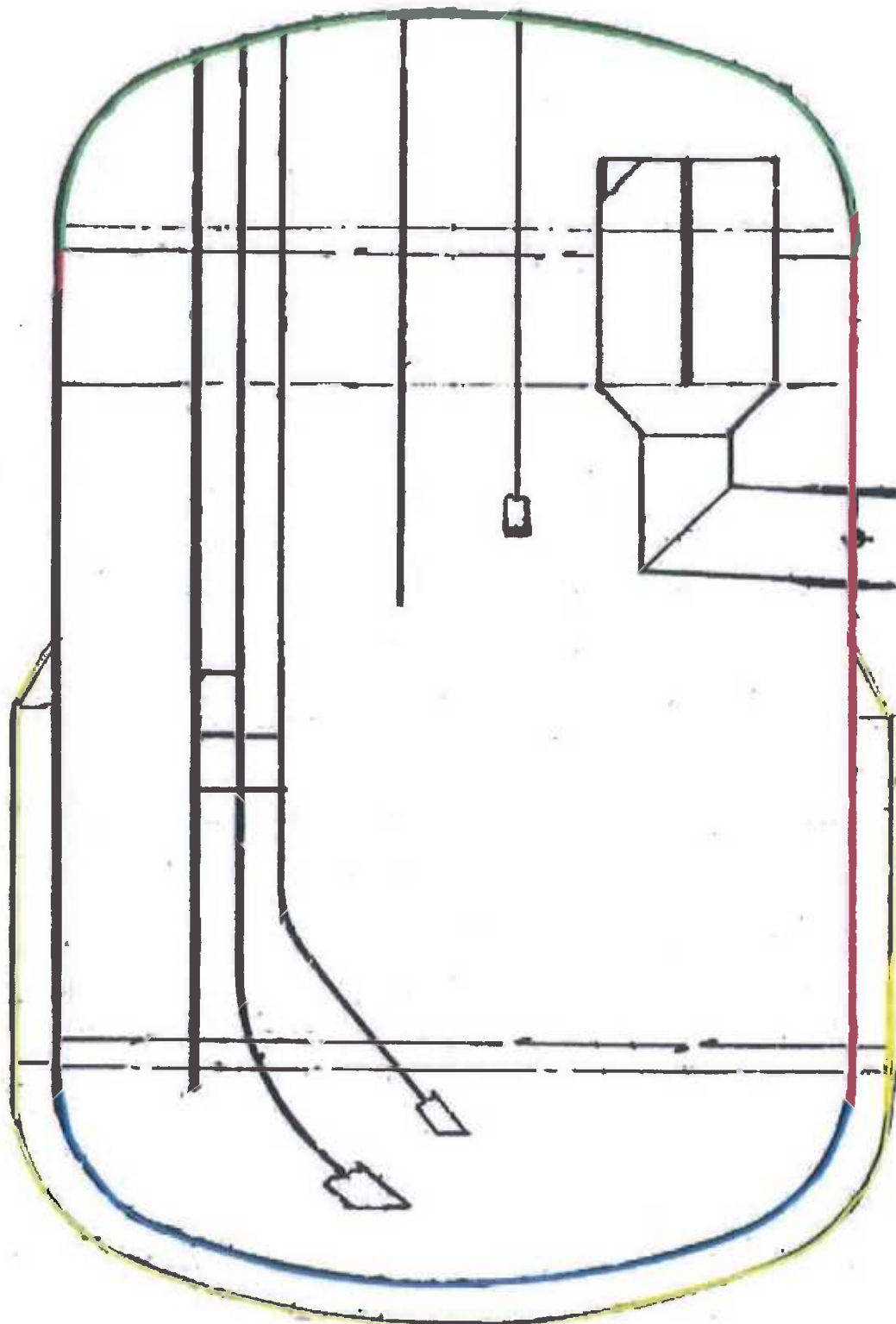


Figure 6 - Epaisseurs nominales de fabrication des tôles du pot de passage

E&P	Type Doc. NT	Activité 100807	Cat.MT 12	N° Ordre 0095	Révision B	REF
AREVA NC					REF	

7 EXIGENCES REGLEMENTAIRES

7.1 APPLICABLES LORS DE SA FABRICATION

L'équipement bien que non soumis au décret du 2 avril 1926 [6] « portant règlement sur les appareils à vapeur autres que ceux placés à bord des bateaux », du fait que ne sont soumis que les appareils à pression vapeur ou eau surchauffée d'un volume supérieur à [REDACTED], a respecté les exigences de ce décret tant pour sa conception, sa fabrication et pour sa mise en service.

Le pot de passage 2220B-4012 a été conçu, fabriqué (épreuve initiale le 27/06/90 [REDACTED] selon [23]) et mis en service en Mai 1994 avant l'évolution réglementaire de 1999 / 2000 (Décret 99.1046 du 13 décembre 1999 [1], Arrêté du 21 décembre 1999 [8] et Arrêté du 15/03/2000 [7]).

7.2 APPLICABLES A L'ESPN

7.2.1 Classement de l'équipement

Le pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1 relève du classement N2 et de catégorie II selon les exigences des arrêtés du 12 décembre 2005 [2] et du 21 décembre 1999 [8].

Le fluide caloporteur (VA) appartient aux fluides de Groupe 2. Cependant, d'après l'article 4 de l'arrêté [2], si l'équipement est de niveau N1 ou N2, et c'est le cas pour le pot de passage 2220B-4012 de R1, les critères de classement des fluides de groupe 1 sont à appliquer même si le fluide est de groupe 2.

D'après les annexes 5 et 6 de l'arrêté ESPN [2], si l'équipement est un récipient de catégorie I à IV et de niveau N1 ou de catégorie II à IV et de niveau N2 ou N3 contenant un fluide autre qu'un liquide dont la pression de vapeur, à la température maximale admissible, est inférieure ou égale à 0,5 bar au-dessus de la pression atmosphérique normale alors cet équipement est soumis à l'inspection périodique et à la requalification périodique.

Le pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1 est un équipement de niveau N2 et de catégorie II, alors il est soumis à l'inspection périodique et à la requalification périodique.

7.2.2 Inspection périodique

En application de l'annexe 5 de l'arrêté ESPN [2], l'inspection périodique doit comprendre une vérification extérieure et intérieure de l'équipement ainsi qu'une vérification extérieure des accessoires de sécurité installés sur l'équipement.

D'après l'annexe 5 de l'arrêté ESPN [2], la vérification extérieure et intérieure de l'équipement porte sur toutes les parties visibles après exécution de toutes les mises à nu et démontage de tous les éléments amovibles.

E&P	Type Doc. Activité CaLMT N° Ordre Révision NT 100807 12 0095 B	REF
AREVA NC		REF

De ce fait, comme l'explique l'annexe 3 du courrier [3], si, par conception, il n'existe aucune partie visible après exécution de toutes les mises à nu et démontage de tous les éléments amovibles, la vérification visuelle porte donc sur un ensemble de parties vides.

Le pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1 est entièrement soudé par conception et n'a pas d'orifice de visite, ainsi la vérification visuelle intérieure porte sur un ensemble de parties vides.

La fiche COLEN n°24 [9] précise tout de même que « pour un équipement qui, par conception, ne présenterait aucune partie interne visible après exécution de toutes les mises à nu et démontage de tous les éléments amovibles, l'absence de vérification intérieure doit être prise en compte :

- par l'exploitant qui définira dans le programme des opérations d'entretien et de surveillance les modalités de contrôles adaptés aux modes de dégradation redoutés,
- par l'organisme indépendant habilité et accepté qui réalise ou fait réaliser lors de la requalification périodique de l'équipement tout examen ou essai complémentaire jugé utile. »

En application de l'annexe 5 de l'arrêté ESPN [2], l'intervalle entre deux inspections périodiques ne peut dépasser 40 mois.

7.2.3 Requalification périodique

En application de l'annexe 6 de l'arrêté ESPN [2], la requalification périodique d'un équipement comprend les opérations suivantes :

- une inspection de requalification périodique,
- une épreuve hydraulique (ou une épreuve de résistance),
- la vérification des accessoires de sécurité qui le protègent.

L'inspection de requalification périodique comprend :

- une vérification intérieure et une vérification extérieure de l'équipement, y compris des assemblages permanents réalisés sur l'équipement et des accessoires sous pression installés sur l'équipement,
- une vérification de l'existence et de l'adéquation du dossier descriptif, de la notice d'instructions et du dossier d'exploitation,
- tout examen ou essai complémentaire jugé utile par l'organisme ou le service d'inspection reconnu.

Elle porte sur toutes les parties visibles après exécution de toutes les mises à nu et démontage de tous les éléments amovibles.

L'épreuve est réalisée au vu des résultats favorables de l'inspection. Elle consiste à maintenir l'équipement à une pression égale à 120 % de la pression maximale admissible PS.

Dans le cas d'un équipement multi-compartmenté, l'épreuve hydraulique s'applique à tous les compartiments dont la PS est supérieure à 0,5 bar relatif. Aucune épreuve hydraulique n'est à prévoir sur un compartiment qui ne peut fonctionner qu'en dessous de 0,5 bar relatif. Ainsi, si un compartiment ne peut fonctionner qu'en dessous de 0,5 bar relatif comme c'est le cas du compartiment nucléaire du pot de passage 2220B-4012 de R1 (voir § 5.2), aucune épreuve hydraulique n'est à réaliser.

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

En effet, il est précisé dans l'annexe 1 du courrier [10] « la mise en pression du compartiment nucléaire en dépression n'est pas une exigence réglementaire ».

En application de l'annexe 6 de l'arrêté ESPN [2], le pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1 est un récipient sur lequel les critères de classement des fluides de groupe 1 sont à appliquer, l'intervalle entre deux requalifications périodiques ne peut donc dépasser 5 ans (soit 60 mois).

8 OBSTACLES A LA MISE EN ŒUVRE DES ACTIONS REGLEMENTAIRES

8.1 ENVIRONNEMENT DE L'ESPN

Le pot de passage 2220B-4012 est situé dans une cellule en zone inaccessible au personnel (■■■■) en dépression par rapport aux locaux adjacents accessibles et par rapport à la pression atmosphérique au moyen du réseau de ventilation bâtiment.

La cellule d'implantation du pot de passage est une cellule mécanique classée zone 4 (zone rouge). La cellule est donc communicante avec la salle de maintenance ■■■■ (zone rouge) grâce au plancher amovible mais les deux salles sont inaccessibles au personnel.

L'épaisseur des murs en béton armé de la cellule ■■■■ est de :

- voile Ouest : ■■■■,
- voile Nord : ■■■■,
- voile Sud : ■■■■,
- voile Est : ■■■■.
-

8.2 ACCESSIBILITE A L'EQUIPEMENT

L'équipement est situé dans une cellule mécanique. En conformité avec nos standards de conception, des ponts de maintenance, un toboggan, des télémanipulateurs et des hublots existent sur le voile entre la cellule ■■■■ et la zone 2 adjacente (locaux ■■■■).

L'implantation du pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1 en zone inaccessible (débit de dose non compatible avec accès personnel) rend les inspections réglementaires aux contacts impossibles.

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

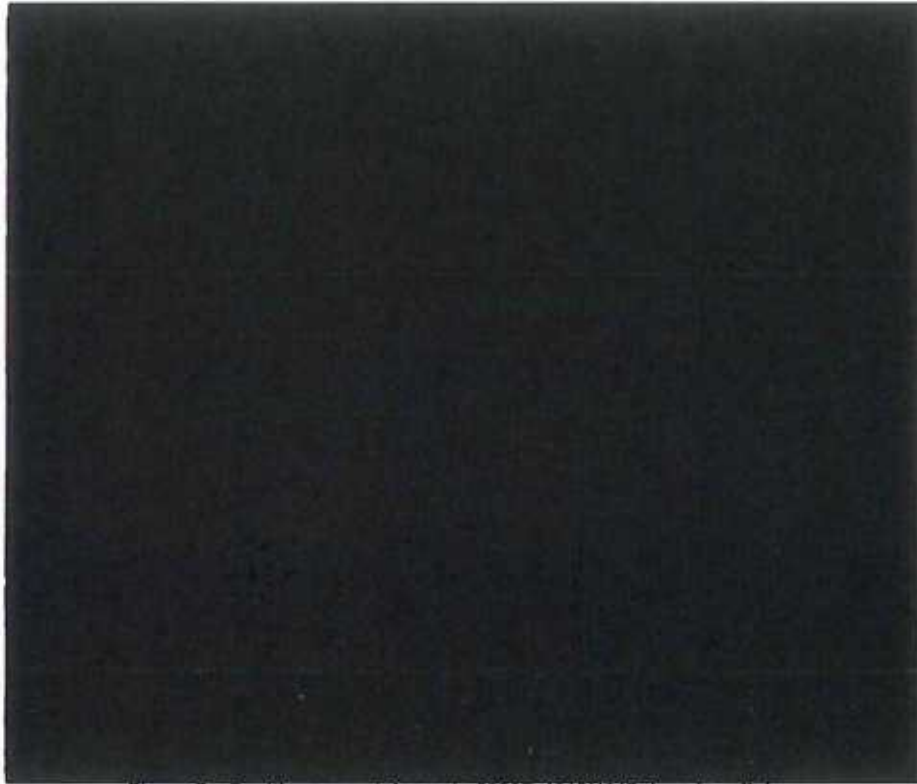


Figure 7 – Positionnement des pots 2220B-4012/4017 dans la cellule

La position de l'équipement ne nous permet pas d'accéder au contact avec les moyens actuels.

8.3 EXAMEN VISUEL

Le pot de passage est un équipement sous pression nucléaire à multi compartiments :

- compartiments sous pression : entièrement soudés pour éviter les risques de fuite en Zone 4 et ne disposent pas de parties démontables permettant d'effectuer les inspections visuelles internes,
- compartiment nucléaire : constitué d'une cuve entièrement soudée.

L'examen visuel interne du compartiment sous pression et du compartiment nucléaire est impossible puisque ces compartiments sont entièrement soudés. La performance intrinsèque pour la vérification visuelle intérieure de ces compartiments est donc égale à 0.

L'examen externe des parois de l'équipement est possible mais limité pour tous les compartiments compte tenu de l'implantation de l'équipement en zone 4 et des possibilités d'introduction de moyens de vision à distance. La performance intrinsèque pour la vérification visuelle extérieure dépend de la surface qui peut être inspectée.

Pour la double-enveloppe VA et pour le compartiment nucléaire, la surface extérieure inspectable est comprise entre [redacted] la performance intrinsèque de la vérification visuelle extérieure vis-à-vis de la détection de fissuration externe et de perte d'épaisseur externe est donc égale à 2.

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

Le compte rendu de l'inspection réalisé sur site, en présence d'un organisme mandaté par l'ASN en mars 2016 est consultable dans la note [17].

8.4 MISE EN PRESSION (EPREUVE HYDRAULIQUE)

8.4.1 Compartiment nucléaire

Dans le cas d'un équipement multi-compartmenté tel que le pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1, le compartiment nucléaire est en dépression en fonctionnement normal, ainsi aucune épreuve hydraulique n'est réalisée sur le compartiment nucléaire. La performance intrinsèque du geste réglementaire d'épreuve hydraulique sur le compartiment nucléaire est égale à 0 puisque le compartiment ne peut fonctionner qu'en-dessous de 0,5 bar relatif (cf. § 5.2).

8.4.2 Compartiment sous pression

Le test en pression du compartiment caloporteur a été réalisé en mars 2016 [19].

8.5 PERIMETRE DE LA DEMANDE DE DISPOSITIONS PARTICULIERES

Les vérifications partielles extérieure et intérieure de l'équipement compte tenu des éléments suivants :

- l'implantation dans une cellule de zone 4 dont l'ouverture induit une exposition élevée des intervenants (ambiance radiologique),
- le nombre limité d'outils permettant la manipulation de matériel,

motivent la demande d'aménagement pour l'application des dispositions particulières de suivi en service de cet équipement.

9 ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE LA DEFAILLANCE

Conformément à la méthode d'élaboration d'un dossier de demande de conditions particulières d'application du titre III du décret du 13 décembre 1999 [1] aux ESPN [3], l'analyse du niveau de sécurité de l'équipement doit être réalisée de manière itérative, en partant de la situation réelle de l'équipement, puis, si besoin, en intégrant les mesures complémentaires à mettre en œuvre au fur et à mesure de l'analyse et de la connaissance de l'équipement.

Les facteurs à considérer pour l'estimation de ce niveau de sécurité sont définis dans [3] :

- Facteur Fabrication,
- Facteur Etat,
- Facteur Dégradation.

E&P	Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision NT 100807 12 0095 B	REF
AREVA NC		REF

9.1 DETERMINATION DU FACTEUR FABRICATION

« Le facteur fabrication concerne tous les éléments qui permettent d'évaluer le niveau de qualité de fabrication de l'équipement et le niveau de confiance que l'on peut attribuer à cette qualité. Il est basé sur un dossier de fin de fabrication et l'état descriptif de l'équipement.

Ces éléments peuvent être complétés par des expertises de l'équipement incluant des contrôles directement sur l'équipement, des reprises de calculs, ...

Les niveaux de probabilité sont définis comme suit :

- **Niveau 1** : Equipement conforme à un code de construction ou à une norme harmonisée et dont le dossier de fabrication est complet,
- **Niveau 2** : Equipement conforme aux règles de l'art ou équipement dont les éléments pertinents du dossier de fabrication ont été reconstitués par l'exploitant sur la base de données du fabricant, quel que soit le référentiel de construction (code, norme, règles de l'art,...),
- **Niveau 3** : Absence de dossier de fabrication de l'équipement ».

9.1.1 Dossier descriptif

L'équipement a été conçu conformément au référentiel réglementaire et normatif de l'époque et par rapport aux standards de conception, il dispose d'un dossier descriptif complet [11].

Le Dossier Descriptif de l'équipement [11] est conforme à la réglementation de l'époque et conforme à la réglementation actuelle au travers de son contenu :

- notes de calcul,
- plan d'ensemble,
- plan de détails,
- procédures et qualification (LOFC, cahier de soudage, qualifications des modes opératoires de soudage, qualification des soudeurs, procédure de contrôle radiographique, procédure de contrôle par ressuage, procédure de contrôle de microduretés superficielles HV, procédure de traitement thermique, procédure d'épreuve hydraulique,...),
- documents de contrôles et épreuves (contrôle des approvisionnements, certificats matière, PV de contrôle visuel des soudures et ressuage, PV de vérification de l'état des lieux, plans de repérage des radiogrammes, PV de contrôle par ultrasons,...),
- documents essais et recette (PV contrôle visuel et aspect, PV d'épreuves, PV de contrôle dimensionnel, PV de contrôle d'épaisseurs par ultrasons, Identification matière,...).

9.1.2 Matériau

Le matériau utilisé pour la fabrication est : [REDACTED]



Concernant les soudures, un soudage homogène avec du [REDACTED] comme métal d'apport a été effectué.

Un suivi rigoureux de la qualité des demi-produits a été réalisé tout au long du processus d'approvisionnement lors de la fabrication du pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1.

L'ensemble des exigences de qualité d'élaboration du [REDACTED] a été pris en compte par l'intermédiaire de la définition de critères de qualité et de contrôles, pour l'approvisionnement matière concernant la qualité des tôles, des tubes sans soudures, des barres, pièces forgées et métal d'apport utilisés dans la construction des pot de passages.

9.1.3 Présentation du dossier de calcul

Il est principalement composé des documents suivants (par ordre chronologique) :

- Calcul statique : NT 1301 12 0140 (Réf. [12]) datée du 29/05/1990
- Calcul statique et fatigue : NT 100807 12 0248_A (Réf. [13]) de février 2016.

9.1.4 Note de calcul statique de conception

Lors de la conception du pot R1-2220B-4012, une note de calcul statique a été réalisée :

- Note de calcul statique du pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1 [12][12].

L'équipement est dimensionné avec les éléments suivants :

- Le Code de calcul utilisé : [REDACTED]
- Les conditions de calcul :

- Chargement :

Le chargement est celui d'une pression de [REDACTED] dans la double enveloppe, correspondant à la pression maximale de service.

La pression hydrostatique due au liquide ayant un effet favorable (effets opposés à la pression interne), n'est pas prise en compte.

Le poids propre est négligé.

La température de calcul, la température maximale en fonctionnement normal soit [REDACTED].

Rappel : Conformément au fonctionnement de l'équipement (pression de tarage des soupapes) la PS du compartiment vapeur est de 6,6 bars.

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

- Le matériau :

La cuve du pot est réalisée en [REDACTED]

ν = coefficient de poisson
 ρ = densité
 R_t = résistance en traction

Equation 1 – Caractéristiques du [REDACTED]

Caractéristiques des éléments du pot :

ξ = [REDACTED]
 S_u = [REDACTED]
 S_m = [REDACTED]

Equation 2 – Caractéristiques de la double enveloppe [REDACTED]

- Résultats du calcul statique:

Ci-dessous les valeurs en contrainte du dimensionnement de la zone la plus sollicitée (située dans l'angle de raccord de la double enveloppe externe) et les admissibles associés :

Les contraintes sont les suivantes :

S_I = [REDACTED] en membrane
 S_I = [REDACTED] en membrane + flexion
 S_I = [REDACTED] en contrainte de pic (contrainte à cumuler localement aux précédentes)

Nous vérifions [REDACTED]

Les calculs effectués dans cette note permettent de justifier le pot 2220-4012 de R1B au niveau A de [REDACTED] avec une marge de sécurité suffisamment importante pour justifier d'un dimensionnement avec une pression maximale admissible de 6,6 bars.

- Tolérance de fabrication et surépaisseur de corrosion:

Il n'a pas été retenu de surépaisseur de corrosion à la conception, et le calcul a été réalisé avec les épaisseurs nominales.

9.1.5 Justification d'une épaisseur minimale

Dans le but de justifier du bon dimensionnement de l'équipement avec prise en compte d'une épaisseur consommable, une nouvelle note de calcul a été réalisée :

Calcul statique et fatigue : [13]

- Les calculs sont réalisés suivant l'ASME conformément à la NT d'origine [12]

- Les conditions du calcul sont les suivantes :

	Corps
Fluide	Vapeur
Densité de service	
Pression de calcul	
Température de calcul	

- Résultats du calcul :

La tenue en pression du pot de 2220B-4012 est validée en tenant compte d'une épaisseur consommable [REDACTED]

La valeur de la contrainte maximale se situe au niveau de la jonction de la double enveloppe.

- Membrane : $\sigma_m =$ [REDACTED]
- Flexion : $\sigma_f =$ [REDACTED]
- Membrane + Flexion : $\sigma_{m+f} =$ [REDACTED]
- Pointe : $\sigma_p =$ [REDACTED]
- Totale : $\sigma_{tot} =$ [REDACTED]
-

- Vérification des critères de dimensionnement

- $\sigma_m =$ [REDACTED] $\leq S_m =$ [REDACTED]
- $\sigma_{m+f} =$ [REDACTED] \leq [REDACTED] $=$ [REDACTED]

Les critères de niveau [REDACTED] est donc respecté.

- σ_m [REDACTED]

Le critère de dimensionnement au fluage à froid est donc respecté.

Nous vérifions également le flambage du fond sous pression externe d'après [REDACTED] :



A = [REDACTED]

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

D'après la courbe du [REDACTED], la valeur de [REDACTED] est de [REDACTED]

$$P_a = \frac{B}{(R/T)}$$

$P_a = B/(R/t) =$ [REDACTED]

Le flambage du fond inférieur est donc respecté. La pression maximale admissible pour une épaisseur consommable de [REDACTED].

- Vérification du dommage de fatigue:

La vérification des dommages de type S n'est pas nécessaire car les dilatations des fonds et des viroles sont libres. Aucune contrainte thermique n'est donc générée par la dilatation thermique, et de ce fait, pas de phénomène de fatigue thermomécanique n'est à craindre pour l'équipement.

Par ailleurs, le nombre de cycles pour une variation totale de pression est estimé à [REDACTED]. Le phénomène de fissuration par fatigue n'est donc pas à craindre pour l'équipement.

9.1.6 Niveau du facteur de fabrication de l'équipement

Compte tenu de la conformité du dimensionnement à un code de construction et des documents du dossier descriptif [11] (documents de procédures et qualifications, documents de contrôles et épreuves, documents essais et recettes), le niveau du facteur de fabrication de l'équipement est un facteur de Niveau 1.

E&P	Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision	REF
AREVA NC	NT 100807 12 0095 B	REF

9.2 DETERMINATION DU FACTEUR ETAT

« Ce facteur évalue l'état de l'équipement par rapport à des dégradations avérées. Il est basé sur l'état réel de l'ESPN à ce jour, et doit prendre en compte les incertitudes liées à la caractérisation de cet état.

Le niveau de ce facteur, pour un équipement présentant des dégradations, est à définir en fonction de la caractérisation de ces dégradations et de l'estimation de leur évolution en service au regard des marges de sécurité définies à la conception de l'équipement.

Les niveaux de probabilité sont définis comme suit :

- **Niveau 1 :**
 - *Equipement ne présentant aucune dégradation ou,*
 - *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,*
 - *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 (dimensionnement avec des propriétés estimées en fin de vie, surépaisseur de corrosion,...) et de garantir que leurs évolutions en service, estimées de façon conservatrice, restent couvertes par les hypothèses considérées à la conception.*
- **Niveau 2 :** *Equipement ne se situant pas dans le cas précédent, 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.*
- **Niveau 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. ».*

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

9.2.1 Modes de dégradation

Les modes de dégradation potentiels (cf. § 9.3.1), au vu des conditions d'exploitation, sont la corrosion par dissolution uniforme et généralisée du fait du contact de la paroi avec une solution d'acide nitrique chaude et la fatigue-fluage du fait de cycles en température et en pression suivant les différentes phases de fonctionnement de l'équipement. Les phénomènes de dégradation potentiels sont donc la perte d'épaisseur et la fissuration par fatigue au-delà d'un certain nombre de cycles de fonctionnement.

9.2.2 Examen visuel

Au regard des contraintes d'accessibilité et des méthodes d'investigation disponibles, l'observation des surfaces est partielle comme précisé au § 8.3. Le résultat de cet examen visuel est décrit dans le document [17]. Aucune anomalie particulière n'a été décelée.

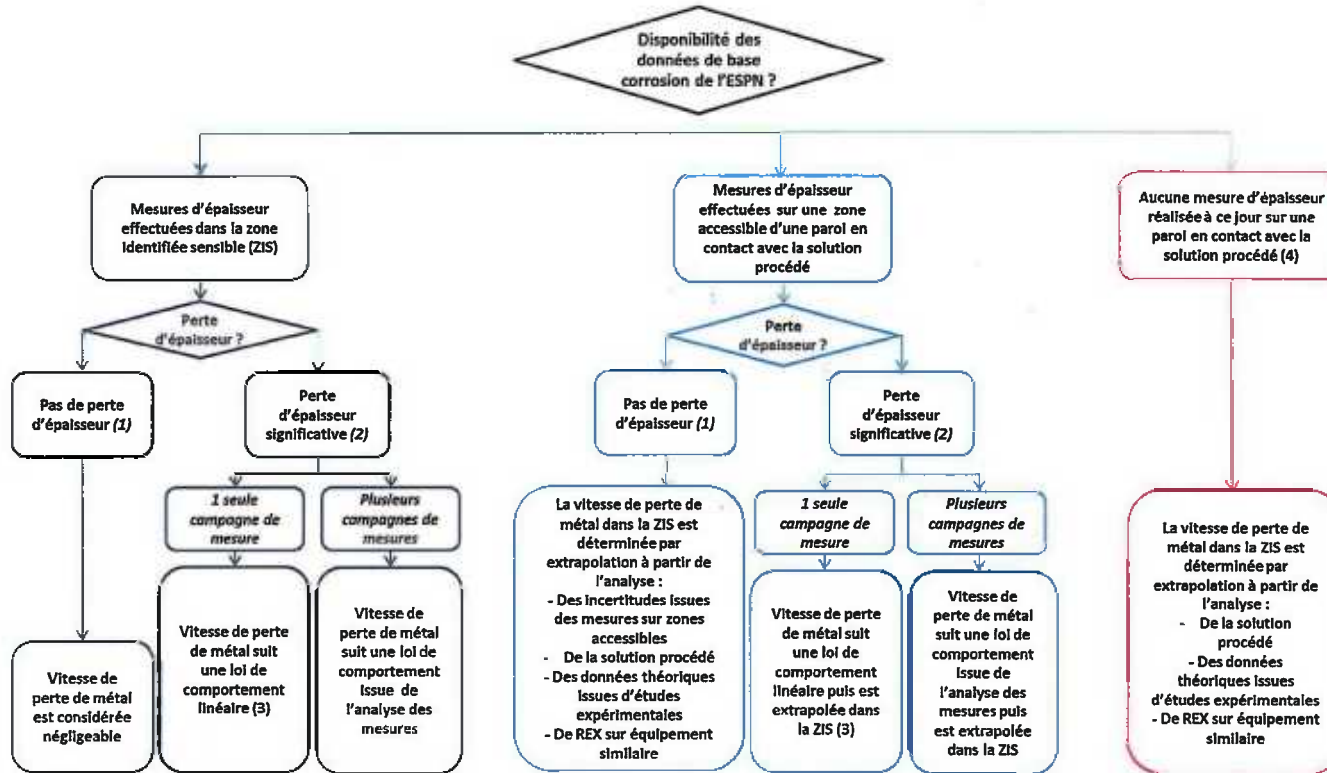
9.2.3 Mesures d'épaisseur

Au regard des contraintes d'accessibilité et des méthodes d'investigation disponibles, des mesures d'épaisseurs sur l'équipement ne sont pas réalisables à ce jour.

9.2.3.1 Estimation de l'évolution de la corrosion

9.2.3.1.1 Démarche

Les principes de détermination de la durée de fonctionnement des équipements sont précisés dans le document [18]. Ils sont synthétisés dans la figure 8 suivante. Le cas de cet équipement est encadré en rouge.



- (1) L'épaisseur mesurée est comprise dans la plage de tolérance de spécification d'approvisionnement des tôles.
- (2) L'épaisseur mesurée est hors de la plage de tolérance de spécification d'approvisionnement des tôles.
- (3) Depuis la mise en service des ESPN de l'ELH, le mode de fonctionnement et la composition des solutions traitées ont très peu varié. La vitesse de corrosion est considérée constante. Pour des cas particuliers de variation significative, l'historique de fonctionnement serait pris en compte.
- (4) Situation rencontrée lors de la première campagne de mesure. L'accessibilité de la zone en contact avec la solution procédé s'avère impossible avec les moyens de mesure disponibles.

Figure 8 – Principes de détermination de la durée de fonctionnement des équipements ESPN. Le cas de cet équipement est encadré en rouge

E&P	Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision NT 100807 12 0095 B	REF
AREVA NC		REF

9.2.3.1.2 Epaisseur de conception

Aucune surépaisseur de corrosion n'a été prise à la conception. L'équipement a été vérifié à la tenue à la pression statique, au séisme et en fatigue-fluage.

Un calcul complémentaire a été réalisé (§ 9.1.5) pour justifier d'une épaisseur consommable de [REDACTED]

Les épaisseurs limites sont donc :

- [REDACTED] pour le fond supérieur
- [REDACTED] pour la virole en partie haute
- [REDACTED] pour la virole sous double enveloppe
- [REDACTED] pour le fond inférieur sous double enveloppe

Les tolérances minimales sur les épaisseurs de la virole et du fond après formage étant respectivement [REDACTED] pour les tôles de la virole, et [REDACTED] selon [REDACTED] en vigueur lors de l'approvisionnement) pour le fond après formage, les épaisseurs disponibles pour la corrosion sont respectivement [REDACTED]. Les épaisseurs minimales d'approvisionnement sont donc de [REDACTED] pour la virole et [REDACTED] pour le fond.

9.2.3.1.3 Vitesse de perte d'épaisseur

La durée minimale de fonctionnement de l'équipement par rapport au mécanisme de corrosion, peut être déterminée en considérant le phénomène de dégradation perte d'épaisseur.

La corrosion est un phénomène activé thermiquement, la perte d'épaisseur est d'autant plus importante que la température de la paroi de la zone considérée, en contact avec le fluide procédé, est élevée. Deux parties de l'équipement sont sous double enveloppe de chauffe : une partie de la virole et le fond. L'épaisseur disponible à la corrosion étant plus faible sur le fond, la ZIS (Zone Identifiée Sensible) considérée pour ce phénomène de dégradation est la paroi sous double enveloppe de chauffe au niveau du fond du pot.

- Détermination de la vitesse de corrosion à partir d'un équipement témoin

Dans l'impossibilité de réaliser les mesures US (cf. § 8.2), le conservatisme de l'équipement témoin choisi, ie R2 [REDACTED], est démontré comme suit :

Les éléments de démonstration sont les suivants :

- Définition de la loi de corrosion pour le [REDACTED]
- Applicabilité de cette loi aux équipements de la Hague, selon REX disponible
- Justification du conservatisme du témoin
 - Comparaison des caractéristiques entre le témoin et le pot
 - vitesse retenue pour le pot
- Vérification que cette Vcor est encadrée par les marges de dimensionnement / fabrication
- Gestes mis en œuvre pour le suivi en service du pot 2220 B - 4012 de R1 (§9.3.2.3)

1. Principe de fonctionnement : cf §5.1

2. Considération sur la vitesse de corrosion

Vis-à-vis du mode de dégradation par corrosion du [REDACTED] les paramètres influents sont la température et la concentration des espèces corrosives : [REDACTED]. Une loi empirique établie en laboratoire, par le CEA, permet de donner la vitesse de corrosion du [REDACTED], en fonction de ces 3 paramètres :

$$V_{corr} = [REDACTED]$$

A titre indicatif, en considérant une vitesse de corrosion de [REDACTED] pour une température de [REDACTED] et une acidité de [REDACTED], pour une concentration [REDACTED], cette loi permet d'estimer:

- la vitesse de corrosion à [REDACTED]
- la vitesse de corrosion à [REDACTED]

3. Vérification de cette loi pour les équipements de la Hague par retour d'expérience

L'équipement [REDACTED] a été remplacé en 2008 pour une problématique de corrosion. Il s'agit d'un échangeur tubulaire dont les tubes, sous flux thermique, fonctionnent avec une température de paroi évaluée à [REDACTED], ce qui permet d'amener [REDACTED] à l'ébullition ([REDACTED]). L'épaisseur résiduelle des tubes a été mesurée au minimum à [REDACTED] en 2008 après démontage de l'équipement. A la mise en service en 1990, il s'agissait de tubes de [REDACTED] d'épaisseur nominale soit [REDACTED] en considérant la tolérance maximale d'approvisionnement (référence [REDACTED]). Cette perte d'épaisseur correspond à une vitesse de corrosion maximale de [REDACTED].

4. Comparaison entre les colonnes 4140-30 de T2 et de R2

Les colonnes [REDACTED] des ateliers R2 et T2 ont fait l'objet d'un suivi de perte d'épaisseurs dans plusieurs zones. Il a été constaté que le comportement en corrosion de ces deux équipements est différent puisqu'une perte d'épaisseur significative est observée uniquement sur la colonne de l'atelier T2 (cf § 9.3.2.1.2.3).

Les résultats de mesures d'épaisseurs pour la colonne de [REDACTED] de R2, sont présentés ci-dessous.

ID zone	Campagne	Nb pts	Ep nominale	Ep moyenne mesurée mm	Ecart type mm	Ep min mesurée mm
A	Août 2014	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	Avril 2016	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
B	Août 2014	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	Avril 2016	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF



Il est constaté que toutes les épaisseurs mesurées sont supérieures à l'épaisseur nominale sur R2 avec un fonctionnement en acidité moyenne de [REDACTED] et avec une température de [REDACTED], alors que les pertes d'épaisseurs sur T2 sont significatives avec un fonctionnement en acidité moyenne de [REDACTED] et avec une température de [REDACTED]. Considérant la loi empirique énoncée au point 2), ces résultats montrent que la concentration [REDACTED] sur l'atelier T2 est significative alors qu'elle est négligeable sur l'atelier R2. Le risque corrosion sur l'atelier R2 est donc très faible.

5. Démonstration du conservatisme de la transposition de cette loi entre l'équipement témoin et le pot 2220 B - 4012 de R1

Le conservatisme de l'équipement témoin choisi, ie R2 [REDACTED], est démontré comme suit :

- Les deux équipements sont en [REDACTED]
- Le témoin R2 [REDACTED] a pour fonction de concentrer [REDACTED] qui est ensuite renvoyé vers l'unité de dissolution de combustible 2220. Cet équipement contient de [REDACTED] en moyenne à [REDACTED] selon les relevés réalisés entre 2001 et 2014 et est porté à ébullition. La température relevée en fonctionnement est en moyenne de [REDACTED]. Sur 2220, cet [REDACTED] récupéré est dilué dans la cuve [REDACTED]. [REDACTED] avant d'être transférée vers le pot de passage R1B-2220-4012. Le pot 2220-4012 fonctionne à une température de [REDACTED] son rôle est de préchauffer [REDACTED] avant envoi vers le [REDACTED]. Ces équipements fonctionnent en dessous de la température d'ébullition de [REDACTED].

Le tableau 1 suivant résume la comparaison des deux équipements concernant les 3 paramètres influant pour la corrosion du [REDACTED]

	Témoin [REDACTED]	R1-2220B-4012 objet du CPAT3
Température	[REDACTED] pour la solution [REDACTED]	Température max de fonctionnement de la solution [REDACTED] Cette différence avec l'équipement témoin ([REDACTED]) n'est pas prise en compte dans le raisonnement
[REDACTED]	La dilution effectuée au niveau de la cuve [REDACTED] située entre le [REDACTED] et le pot 2220B-4012 n'est pas prise en compte. De façon pénalisante pour le pot, la teneur en [REDACTED] est considérée identique entre les deux équipements.	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

Tableau 1 : comparaison des deux équipements concernant les 3 paramètres influant pour la corrosion du [REDACTED]

En conclusion, la température plus faible et la dilution effectuée entre l'équipement [REDACTED] et le pot de passage R1-2220-4012 conduisent à un risque de corrosion moindre pour R1-2220-4012 par rapport à [REDACTED]. Les conditions d'exploitation de [REDACTED] sont donc enveloppes de celles de R1-2220-4012 concernant le mécanisme de corrosion du [REDACTED].

Les autres équipements situés entre [REDACTED] et R1-2220-4012 sont majoritairement en [REDACTED] et fonctionnent à des températures en dessous de R1-2220-4012 et de ce fait, [REDACTED] est le seul équipement représentatif pour le pot 2220-4012.

6. Vitesse retenue pour le pot 2220-4012 de R1B

On considère de façon pénalisante, sans prise en compte de :

- la baisse d'acidité entre [REDACTED] et R1B (2220-4012),
- la différence de perte d'épaisseur constatée entre les colonnes [REDACTED] de T2 et R2
- la différence de température entre R2 ([REDACTED]) et R1B (2220-4012),
- la dilution entre R2 ([REDACTED]) et R1B (2220-4012),

Une vitesse de corrosion équivalente aux pots de l'atelier T1 de [REDACTED] (Cf § 9.2.3.1.3 de [25])

Le Tableau 2 présente la valeur de vitesse de perte d'épaisseur moyenne retenue pour la ZIS.

Zone	Vitesse de perte d'épaisseur moyenne (µm/an)
Fond de cuve sous double enveloppe	[REDACTED]

Tableau 2 : Vitesse de perte d'épaisseur moyenne retenue pour la ZIS – pot de passage R1 2220B-4012

La vitesse de perte d'épaisseur est appliquée à partir de l'épaisseur minimale d'approvisionnement de la tôle du fond soit [REDACTED]

- Considération sur le facteur fabrication du pot 2220-4012 de R1B

Il est précisé au §9.1.5 que la tenue en pression du pot de 2220B-4012 est validée en tenant compte d'une épaisseur consommable de [REDACTED], sur la base de l'épaisseur nominale plan.

La durée minimale de fonctionnement est réalisé, pour une vitesse de corrosion enveloppe de [REDACTED] en retranchant de l'épaisseur consommable de [REDACTED], les tolérances minimales sur les épaisseurs de la virole et du fond après formage [REDACTED] de l'épaisseur nominale, selon [REDACTED] en vigueur lors de l'approvisionnement).

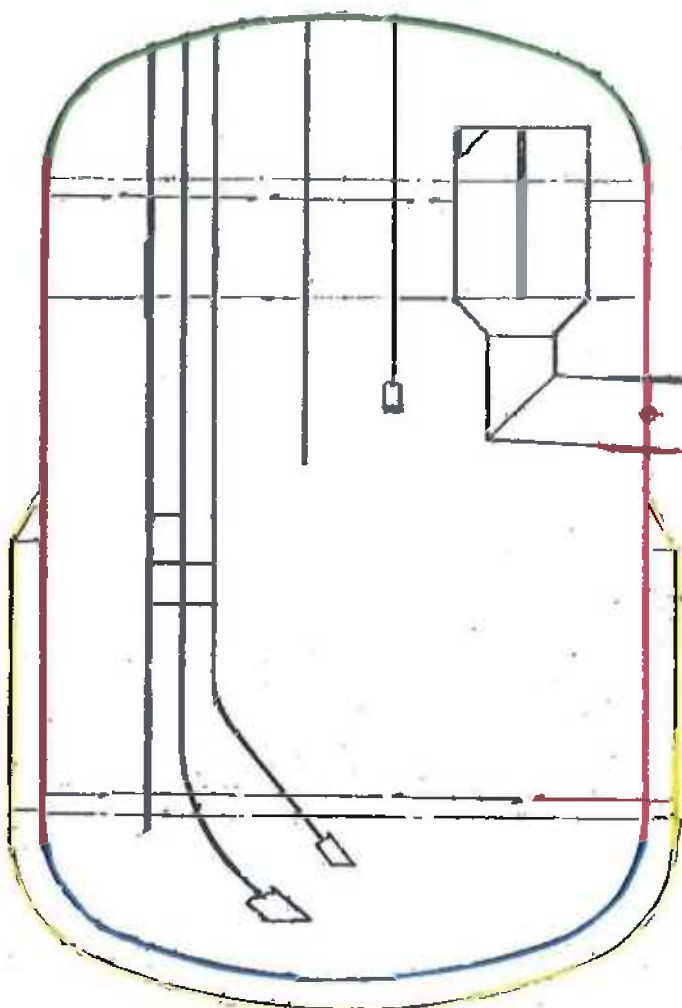
Or dans le dossier de fabrication du pot 2220-4012 de R1B on retrouve les documents suivants :

- Le DER 1301 12 068 509 A : Identification matière relative au pot 2220.4012 C2 ⁽¹⁾
- Le DER 1301 12 068 305 A : PV de contrôle dimensionnel relatif au pot 2220-4012 C2 ⁽²⁾
- Le DCF 1301 12 068 813 A : Procès-verbaux de contrôle par ultrasons pot de passage 4012 ⁽³⁾
- Le DCF 1301 12 068 605 A : Procès-verbaux de contrôle des microduretés superficielles pot de passage 4012 ⁽⁴⁾

Ces documents montrent que les points de contrôle à réception de l'équipement donnent :

Zone de l'équipement	Epaisseur nominale de commande	Epaisseur minimale mesurée	Références dans (1), (2), (3), (4)
virole (rouge)	[REDACTED]	[REDACTED]	Pièce Rep 4 dans ⁽¹⁾ Page 2 dans ⁽²⁾ Page 3, 4, 6 et 7 dans ⁽³⁾
fond supérieur (vert)	[REDACTED]	[REDACTED]	Pièce Rep 1 dans ⁽¹⁾ Page 3 dans ⁽²⁾ Après usinage : page 3 dans ⁽³⁾
fond inférieur sous double enveloppe (bleu)	[REDACTED]	[REDACTED]	Pièce Rep 2 dans ⁽¹⁾ Page 3 dans ⁽²⁾ Après usinage : page 4 dans ⁽³⁾
Virole de double enveloppe de chauffe (jaune)	[REDACTED]	[REDACTED]	Pièce Rep 5 dans ⁽¹⁾ Page 3 dans ⁽²⁾ Page 4 dans ⁽⁴⁾
fond inférieur de double enveloppe de chauffe (jaune)	[REDACTED]	[REDACTED]	Pièce Rep 3 dans ⁽¹⁾ Page 3 dans ⁽²⁾ Après usinage : page 5 dans ⁽³⁾

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF



Toutes les pièces ayant été mesurées à réception de l'équipement donnent des valeurs supérieures à l'épaisseur nominale de commande.

Comme pour la vitesse de corrosion prise en compte pour le calcul de la DMF de l'équipement, un conservatisme a été appliqué sur les marges subsistantes sur l'épaisseur consommable justifiée par le calcul.

o *Détermination de la Durée Minimale de Fonctionnement (DMF)*

La DMF est calculée de manière conservatrice en tenant compte :

- Des tolérances d'approvisionnement de l'épaisseur de la paroi constitutive de la ZIS, en appliquant la vitesse de corrosion à l'épaisseur minimale. (Dans le cas où les PV de contrôles d'épaisseur ont été analysés, l'épaisseur minimale réellement mesurée est considérée)

- Des incertitudes de mesures d'épaisseurs lors des contrôles, en ajoutant à l'épaisseur limite l'incertitude de mesure.

Ainsi la DMF est calculée suivant la relation :

$$DMF = \frac{\text{Min}(E_{\text{initiale}})_{ZIS} - (E_{\text{lim}} + |\delta E|)}{\langle V_{\text{corr}} \rangle_{ZIS}} + t_0$$

Avec :

E_{lim} : Epaisseur limite, c'est-à-dire dans ce cas l'épaisseur minimale en tenue à la pression statique, vérifiée en fatigue-fluage, au séisme et en criticité

$|\delta E|$: Incertitude de mesure, dans ce [REDACTED]

$\text{Min}(E_{\text{initiale}})_{ZIS}$: Epaisseur minimale initiale de la paroi de la ZIS

$\langle V_{\text{corr}} \rangle_{ZIS}$: vitesse de corrosion moyenne dans la ZIS

t_0 : Année de mise en service de l'équipement

- o Détermination d'une DMF réduite, prise en compte d'une marge

A partir de l'estimation de la DMF de manière conservative, la DMF réduite est introduite par application d'une marge temporelle [REDACTED]

Ainsi :

$$DMF_{\text{réduite}} = DMF \times [REDACTED]$$

La figure 9 suivante donne une illustration de ce calcul.

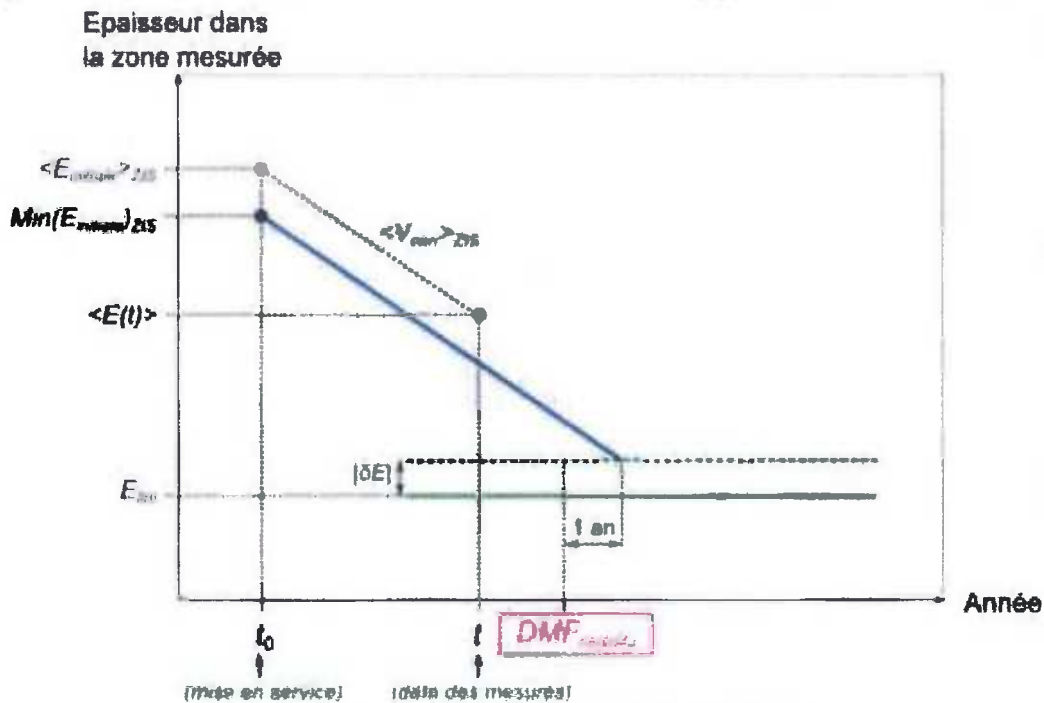


Figure 9 – Illustration du calcul de la DMF réduite

De par cette méthodologie, la prise en compte du phénomène de dégradation de perte d'épaisseur est ainsi considérée comme intégrant les conservatismes appropriés.

9.2.3.1.4 Détermination d'une durée de vie de fonctionnement (DMF) réduite par rapport à la perte d'épaisseur

Le résultat du calcul de la durée minimale de fonctionnement réduite est présenté sur le Tableau 3.

Zone	DMF (année)	DMF ^{réduite} (année)
Fond de cuve sous double enveloppe	■	■

Tableau 3 : Durée minimale de fonctionnement réduite estimée à ce jour – pot de passage R1 2220B-4012

9.2.3.1.5 Estimation de la périodicité des campagnes de mesures d'épaisseur

La périodicité P des contrôles d'épaisseur est définie à partir de la variable X , elle-même définie à partir de la durée minimale de fonctionnement réduite.

$$X = \frac{DMF^{réduite} - \text{date dernier contrôle}}{2}$$

La périodicité P est définie de la manière suivante :

- si $X \geq$ ■, alors : $P =$ ■
- si ■, alors : $P =$ ■
- si ■, alors : $P =$ ■
- si $X <$ ■, alors : $P = X$.

Le pot 2220B-4012 de R1 n'a pas fait l'objet de contrôle d'épaisseur depuis la mise en service car le geste est impossible à réaliser avec les moyens de contrôle disponibles à ce jour. L'estimation de X est effectuée en considérant la date d'aujourd'hui de manière enveloppe pour la date du dernier contrôle.

En se basant sur la $DMF^{réduite}$, on estime la variable X à :

■

La périodicité de campagne de mesure d'épaisseur pour le pot 2220B-4012 de l'atelier R1 serait donc de 120 mois.

Du fait de l'inaccessibilité du pot aux mesures d'épaisseurs et de l'utilisation d'un équipement témoins dans le cadre de sa surveillance, cette périodicité préconisée est réduite à 40 mois sur l'équipement témoin (cf § 11)

Les mesures sont réalisées sur un équipement similaire en ■ (cf. §9.3.2.1.2.2).

E&P	Type Doc. NT	Activité 100807	Cat.MT 12	N° Ordre 0095	Révision B	REF
AREVA NC					REF	

9.2.4 Suivi de l'historique de fonctionnement

9.2.4.1 Suivi des températures de fonctionnement du pot de passage

Le tableau 4 suivant présente les valeurs moyennes et maximales de température de la solution dans le pot 2220B-4012 de R1 observées pendant les périodes de fonctionnement depuis 2008 :

Température procédé (Pot [REDACTED])
Tmoy = [REDACTED]
Tmax = [REDACTED] (*)

Tableau 4 : suivi températures du pot 2220B-4012 de R1 sur la période 2008-2015

(*) Les quelques valeurs de températures maximales sont extrêmement ponctuelles (intervalle de maintien inférieur à [REDACTED]) et sont considérées sans changement de température du caloporteur.

L'envoi de la vapeur dans la double enveloppe des pots 2220B-4012/[REDACTED] est régie par l'ouverture de vannes de régulation ; il n'y a pas de mesure de pression derrière ces vannes donc ni la pression ni la température caloporteur régnant au niveau des double-enveloppes ne peuvent être déterminées.

La seule mesure disponible est celle de la pression au niveau du [REDACTED] [REDACTED]. Compte-tenu des pertes de charge dans les circuits caloporteurs (vanne de régulation plus ou moins ouverte et tuyauteries), celle-ci est forcément en dessous au niveau des double-enveloppes.

La valeur maximale observée au niveau du vaporiseur est de [REDACTED] (ce qui correspond à une température vapeur [REDACTED]) dans la période 2014-2015. La valeur moyenne est [REDACTED] (ce qui correspond à une température vapeur [REDACTED]). La température du caloporteur est calculée à partir de la pression mesurée du caloporteur (vapeur saturante).

9.2.4.2 Suivi des températures de fonctionnement du pot de passage

Le suivi de l'acidité dans le pot de passage 2220B-4012 de R1 est réalisé en amont dans la cuve de préparation acide [REDACTED] de R1.

L'acidité dans la cuve de préparation acide [REDACTED] de R1 depuis 2000 jusqu'en 2015 est présentée sur le graphique ci-dessous :

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

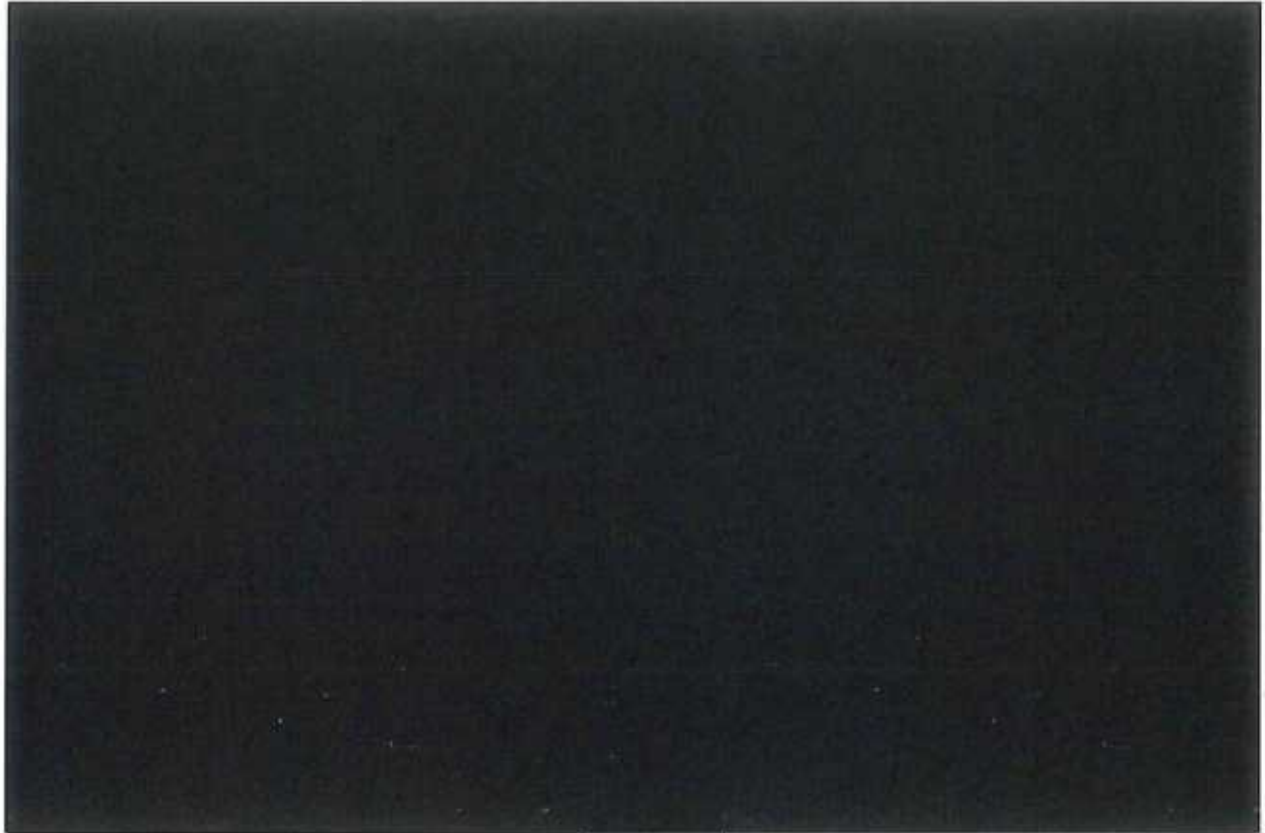


Figure 10 – Acidité dans la cuve de préparation [redacted] de l'atelier R1 sur la période 2000-2015

S'agissant d'une cuve de préparation de la solution d'attaque, les résultats des prélèvements sont variables et dépendent de l'avancement de la préparation. La solution n'est transférée dans le pot de passage qu'après vérification de l'acidité après l'ajustage pour obtenir une acidité de [redacted].

L'acidité de la solution d'attaque à destination du pot 2220B-4012 de R1 est de [redacted].

9.2.4.3 Suivi des cycles en fatigue du pot de passage

Comme il a été déterminé au § 9.1.5, le nombre de cycles admissibles est estimé à [redacted].

Le fonctionnement de la boucle VA ([redacted]) est commun aux [redacted] et aux pots 4012 et 4017.

De ce fait comme expliqué dans la note [16], il y a correspondance entre le nombre de mises en chauffe et refroidissement des équipements [redacted] et pots 4012,4017.

L'équipement dimensionnant en fatigue étant [redacted] ([redacted]) [22], le suivi de l'historique des cycles en température du [redacted] est enveloppe des cycles en fatigue subis par le pot de passage 2220B-4012.

E&P	Type Doc. NT	Activité 100807	Cat.MT 12	N° Ordre 0095	Révision B	REF
AREVA NC						REF

Au vu des résultats obtenus pour [REDACTED] de R1 qui a été mis en service en 1994 le phénomène de fissuration par fatigue n'est pas à craindre pour le pot de passage 2220B-4012 [REDACTED].

9.2.5 Niveau du facteur état de l'équipement

Au vu des éléments cités ci-dessus, et bien que les pertes d'épaisseurs estimées pour l'équipement ne remettent pas en cause la tenue de l'équipement durant la période de fonctionnement retenu pour l'usine de la Hague, le niveau du facteur état de l'équipement doit être défini, de façon conservatrice, comme étant un facteur de **Niveau 3** en l'absence de mesure d'épaisseur sur l'équipement.

9.3 DETERMINATION DU FACTEUR DEGRADATION

« Ce facteur évalue la sensibilité de l'équipement face aux dégradations potentielles, à l'égard des conditions d'exploitation et aux dispositions de suivi en service de l'équipement. Ce facteur doit être évalué mode de dégradation par mode de dégradation.

L'analyse peut être réalisée de manière itérative, en partant des inspections réellement effectuées sur l'équipement puis, si besoin en intégrant les mesures complémentaires.

La détermination de ce facteur se base sur :

- *La probabilité d'apparition d'une dégradation dans les conditions d'exploitation*
 - *Faible : l'équipement n'est pas vulnérable au mode de dégradation étudié dans ses conditions de fonctionnement. La démonstration de l'absence de vulnérabilité est établie par sa conception,*
 - *Moyenne : ce niveau est défini par l'exclusion des niveaux faibles et forts,*
 - *Forte : l'équipement est sensible à un mode de dégradation non pris en compte à la conception.*
- *La maîtrise des conditions d'exploitations*
 - *Maitrisées : les conditions d'exploitation sont encadrées par des paramètres de fonctionnement précis et mesurables. Ceux-ci sont maitrisés et surveillés,*
 - *Non maitrisées : une des conditions précédentes n'est pas acquise ou la surveillance de ceux-ci n'est pas exhaustive.*
- *L'adéquation des inspections aux dégradations redoutées*
 - *Adéquates : les inspections réalisées sont performantes pour détecter les dégradations considérées, leur fréquence est adaptée à la cinétique du mode de dégradation considéré et elles sont réalisées sur la totalité de la partie de l'équipement soumise au mode de dégradation. Si la totalité de cette zone n'est pas contrôlée, pour être adéquates les inspections ne pourront exclure qu'une partie de la zone sous réserve que cette partie exclue ne soit pas une zone plus sensible au mode de dégradation. Leur aptitude à détecter la dégradation doit être établie,*
 - *Pas totalement adéquates : les inspections ne remplissent pas un des critères de performance, fréquence ou étendue précédemment explicités,*
 - *Absence : pas d'inspection ».*

Le niveau du facteur de dégradation doit être défini comme suit :

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

9.3.1 Sensibilité de l'équipement face aux dégradations potentielles

L'identification des modes de dégradation est synthétisée dans le Tableau 5. Il précise la liste des modes de dégradation analysés et les éléments de justification permettant de faire apparaître les phénomènes de dégradation potentiels retenus pour l'analyse de la durabilité du pot de passage.

Mode de dégradation	Justification	Mode de dégradation potentiel (Oui / Non)
Vieillesse induit par contrainte mécanique à basse température		
Fatigue oligocyclique ou à grand nombre de cycles	Les mécanismes de fatigue (cycles T, P) sont pris en compte à la conception suivant un code de calcul dédié aux appareils à pression.	Oui
Fatigue vibratoire	La fabrication des supportages suit des règles de conception dédiées issues du référentiel normatif et des standards AREVA	Non
Dilatation thermique différentielle	Une seule nuance de matériaux est utilisée pour la fabrication de cet équipement. Les soudures réalisées sur cet équipement sont des soudures homogènes.	Non
Concentrations de contraintes	Cet équipement a été conçu, calculé et fabriqué suivant un code de calcul spécifique aux appareils à pression, selon la réglementation en vigueur.	Non
Pics locaux de pression	La conception et le fonctionnement suivent des règles dédiées (codes, normes, standards AREVA) permettant d'éviter ce type de phénomène.	Non

Mode de dégradation	Justification	Mode de dégradation potentiel (Oui / Non)
Fissuration assistée par l'environnement :	L'adéquation choix matériaux - environnement a été réalisée de manière à exclure ces modes de vieillissement. Ni les études expérimentales, ni les retours d'expériences n'ont mis en évidence de tels mécanismes pour équipement en [REDACTED]	Non
Vieillissement induit par contrainte mécanique à haute température		
Vieillissement thermique	Les températures vues par l'équipement et les éventuels cycles en température et pression sont trop faibles pour engendrer un vieillissement thermique.	Non
Fluage	Le mécanisme de fluage est pris en compte à la conception de façon concomitante à la fatigue suivant un code de calcul dédié aux appareils à pression.	Oui
Vieillissement induit par usure mécanique		
Usure due au frottement entre deux solides	L'équipement ne contient pas de pièces mobiles en mouvement relatif les unes par rapport aux autres.	Non
Usure due au fluide en mouvement	Les conditions de fonctionnement ne sont pas réunies pour entraîner ces phénomènes.	Non
Mécanismes couplés : <ul style="list-style-type: none"> • Tribocorrosion • Erosion-corrosion • Cavitation-corrosion 	Les conditions de fonctionnement ne sont pas réunies pour entraîner ces phénomènes.	Non
Vieillissement induit par corrosion à basse température		

Mode de dégradation	Justification	Mode de dégradation potentiel (Oui / Non)
Corrosion atmosphérique	La cellule contenant l'équipement est ventilée par un air filtré, la présence d'aérosols marins est négligeable. Le risque de condensation en cellule est possible suivant la température de la cellule et de l'équipement. Le retour d'expérience disponible issu de l'ensemble des observations vidéo en cellules zone 4 démontre l'efficacité de la filtration.	Non
Corrosion humide : généralisée	Le matériau en contact du fluide procédé (milieu [REDACTED]) est susceptible de subir un phénomène de corrosion de type dissolution uniforme de la surface du métal.	Oui
Corrosion humide : bimétallique	Un seul matériau est utilisé pour la fabrication de l'équipement. Il n'y a pas de couplage galvanique.	Non
Corrosion humide : aération différentielle	Il n'y a pas de surface dans l'équipement en contact avec deux milieux significativement différents pour induire un phénomène d'aération différentielle.	Non
Corrosion humide : piquuration	<ul style="list-style-type: none"> - Le fluide procédé n'a pas de caractère piquurant vis-à-vis du [REDACTED]. - Le caloporteur est constitué de vapeur d'eau. - Il n'y a aucun risque de piquuration [REDACTED] au niveau de la boucle caloporteur. 	Non
Corrosion humide : caverneuse	<ul style="list-style-type: none"> - Le fluide procédé n'est pas de nature à engendrer une corrosion localisée vis-à-vis du [REDACTED]. - Le caloporteur est constitué de vapeur d'eau. - Il n'y a aucun risque de corrosion humide du [REDACTED] au niveau de la boucle caloporteur. - Il n'y a aucun risque de piquuration du [REDACTED] au niveau de la boucle caloporteur. 	Non
Corrosion humide : intergranulaire	<ul style="list-style-type: none"> Le [REDACTED] travaille dans son domaine passif. - Le caloporteur est constitué de vapeur d'eau. - Il n'y a aucun risque de corrosion intergranulaire du [REDACTED] au niveau de la boucle caloporteur. 	Non
Corrosion humide : par courant vagabond	Les standards de conception permettent d'éviter ce type de phénomène	Non

Mode de dégradation	Justification	Mode de dégradation potentiel (Oui / Non)
Vieillissement induit par corrosion à haute température		
Corrosion à haute température :	Les conditions de fonctionnement ne sont pas réunies pour entraîner ces phénomènes.	Non
Vieillissement sous irradiation		
Vieillissement sous flux neutronique :	Les études menées en réacteur sur les [REDACTED] en [REDACTED] montrent que ce flux neutronique devient significatif à partir d'environ [REDACTED]. Aucun équipement de La Hague ne rencontre ce niveau de flux neutronique.	Non

Tableau 5 : Liste des modes de dégradation

Les modes de dégradation retenus sont la corrosion par dissolution uniforme et généralisée et la fatigue-fluage. Les phénomènes de dégradation potentiels sont précisés dans le Tableau 6.

Mode de dégradation	Phénomène de dégradation potentiel
Fatigue-fluage	Fissuration au-delà d'un certain nombre de cycles
Corrosion par dissolution uniforme et généralisée	Perte d'épaisseur

Tableau 6 : Identification des modes de dégradation du pot de passage R1 2220B-4012

9.3.2 Corrosion

9.3.2.1 Détermination de la probabilité d'apparition de la dégradation

9.3.2.1.1 Données expérimentales



Les zones potentiellement soumises à la corrosion sont identifiées dans le Tableau 7 ci-dessous, de la zone jugée la plus sensible à la moins sensible (sur la base des températures de dimensionnement et de l'environnement chimique).

Zone	Matière	Environnement	Condition de dimensionnement
Zone 1 : Fond inférieur et virole du pot sous double enveloppe de chauffe	Tôles – soudures	Int : Solution d'attaque acide Ext : Vapeur d'eau et condensats	[REDACTED]
Zone 2 : Virole du pot au-dessous du niveau liquide	Tôles – soudures	Int : Solution d'attaque acide Ext : Atmosphère de la cellule	[REDACTED]
Zone 3 : Virole du pot au-dessus du niveau liquide	Tôles – soudures	Int : Gaz et condensats Ext : Atmosphère de la cellule	[REDACTED]
Zone 4 : Fond supérieur du pot	Tôles – soudures	Int : Gaz et condensats Ext : Atmosphère de la cellule	[REDACTED]
Zone 5 : Paroi de la double enveloppe de chauffe	Tôles – soudures	Int : Vapeur d'eau et condensats Ext : Atmosphère de la cellule	[REDACTED]

Tableau 7 - Sensibilité des zones à la corrosion

9.3.2.1.2 Retour d'expérience des inspections sur équipements similaires

Le [REDACTED] a été retenu pour la fabrication des trois pots de passages [REDACTED] et R1 2220B-4012 ainsi que pour les trois pots de secours [REDACTED]

Les pots de l'atelier T1 ont été mis en service en 1990 et ceux de l'atelier R1 en 1994.

9.3.2.1.2.1 Evaporateur [redacted] de l'atelier T2 : ancien évaporateur



9.3.2.1.2.2 Evaporateur [redacted] de l'atelier T2 : tuyauterie concentrats

Des mesures d'épaisseur réalisées en 2015 [21] sur la tuyauterie de concentrats ([redacted] du bouilleur [redacted] de T2 sont présentées ci-dessous. La température moyenne de la solution procédé est de [redacted].



Repère point	Epaisseur nominale (mm)	Epaisseur mesurée (mm)
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]		[redacted]
[redacted]		[redacted]
[redacted]		[redacted]

Figure 11 : Cartographie et relevé de mesures sur la tuyauterie de sortie des concentrats

Une perte d'épaisseur de [redacted] est constatée soit une vitesse de corrosion moyenne de [redacted] depuis la mise en service en 1991

9.3.2.1.2.3 Colonne [redacted] de l'atelier T2

6 campagnes de mesures ont été réalisées sur le bas de la virole de la [redacted] de T2 (cf. figure 12 ci-dessous). Les résultats des mesures d'épaisseur sont présentés dans le Tableau 8 ci-dessous.

La température moyenne de la solution procédé est de [redacted]

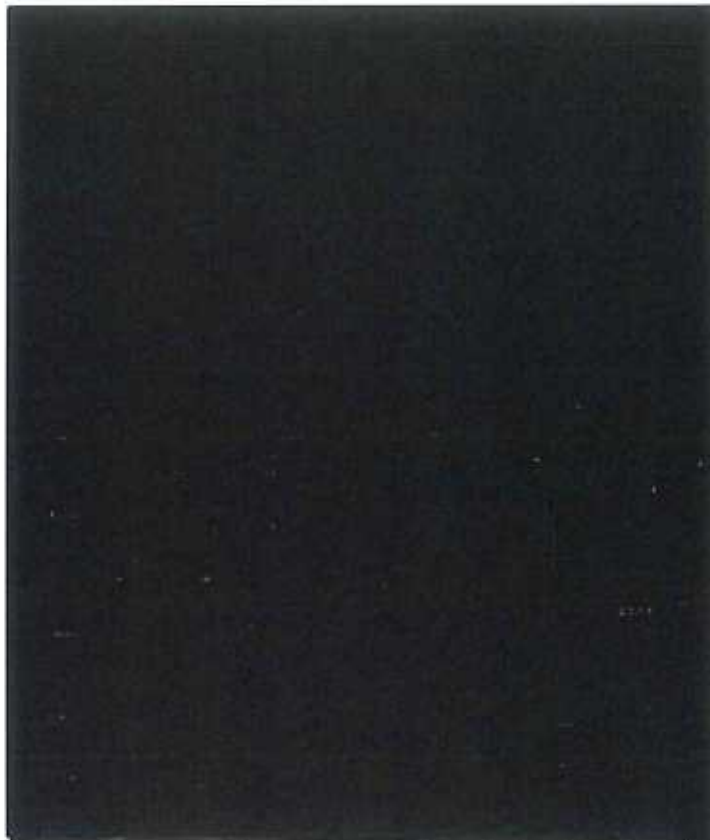


Figure 12 : Localisation de mesures d'épaisseur sur le bas de la virole de la [redacted] de T2

Campagne	1991	1998	1999	2002	2005	2007	2015
Référence	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Nombre de mesures		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Epaisseur moyenne (mm)	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Ecart-type (mm)		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

Tableau 8 : Résultats des campagnes de mesures d'épaisseur - [redacted] de T2

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

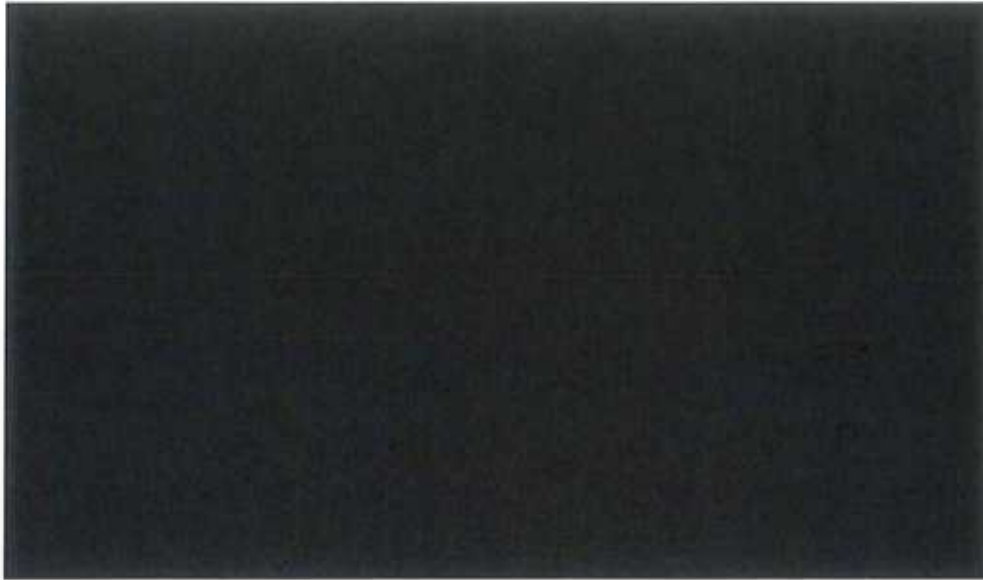


Figure 13 : Vitesse de corrosion de [redacted] en partant de la moyenne entre tolérance max et tolérance min et prenant en compte l'ensemble des campagnes de mesures d'épaisseur.

Une perte d'épaisseur [redacted] est constatée soit une vitesse de corrosion moyenne de [redacted] depuis la mise en service en 1991

9.3.2.1.3 Probabilité d'apparition de la dégradation de type corrosion

Au vu des éléments cités ci - dessus et conformément aux critères du « Guide des conditions particulières d'application du Titre III du décret 99.1046 [1] aux Equipements Sous Pression Nucléaire » [3], la probabilité d'apparition de la dégradation de type corrosion est considérée comme « Fort ».

9.3.2.2 Détermination de la maîtrise des conditions d'exploitation

Un suivi en exploitation du pot de passage 2220B-4012 de R1 :

- de l'absence d'activité radiologique dans la boucle VA, permet de détecter toute fuite du compartiment nucléaire vers le compartiment sous pression,
- de la vérification du non déclenchement du seuil du capteur de niveau dans la lèchefrite [redacted] permet de détecter une fuite du compartiment nucléaire vers la cellule.

Les paramètres suivis sont présentés dans le Tableau 9 et intégrés au POES de l'équipement [14].

Identification équipements ou seuil	Type de suivi
Analyse du bilan du suivi de l'acidité dans le pot (§9.2.4.2)	12 mois
Analyse du bilan du suivi de la température procédé dans le pot (§9.2.4.1)	12 mois

Mise en garde alarme haute activité dans la boucle caloporteur () : référence seuil GMAO)	Alarme
Seuil de niveau haut atteint dans le puisard de la lèchefrite ()	Alarme
Seuil de niveau bas () dans le pot ()	Alarme
baisse de niveau dans le compartiment caloporteur () pour le ballon de flash),	Alarme
baisse de niveau dans le compartiment caloporteur () pour le vaporiseur),	Alarme

Tableau 9 – Paramètres suivis pour encadrer la corrosion

Au vu des éléments cités ci-dessus, les conditions d'exploitation associées à ce mode de dégradation sont considérées comme « **Maîtrisées** ».

9.3.2.3 Détermination de l'adéquation des inspections aux dégradations

Des dispositions particulières visant à suivre plus précisément la corrosion de l'équipement sont mises en place en plus de celles relevant du suivi conventionnel. Les dispositions particulières mises en œuvre sont présentées dans le Tableau 10 et intégrées au POES de l'équipement [14].

Exigences opérationnelles	Périodicité
Vérification visuelle de la surface externe du pot de passage	12 mois
Mesures d'épaisseur sur équipement similaire ()	40 mois

Tableau 10 – Dispositions particulières mises en œuvre pour encadrer la corrosion

Les mesures d'épaisseurs, comme précisées au § 9.2.3.1.3 et au § 9.3.2.1.2.1 sur un équipement similaire () et enveloppe en termes de sensibilité à la corrosion (T°, et acidité), ainsi que la vérification visuelle de la surface externe du pot de passage permettent d'encadrer la corrosion.

La périodicité des dispositions particulières, définie dans le POES, se fait en accord avec la vitesse des phénomènes de dégradation identifiés de l'équipement

Au vu des éléments cités ci – dessus, l'adéquation des inspections à ce type de dégradation est évaluée comme étant « **Pas totalement adéquate** ».

9.3.2.4 Niveau du facteur de dégradation

Les niveaux des facteurs à considérer pour l'analyse du niveau du facteur de dégradation en fonction des modes de dégradation considérés sont :

- Corrosion
 - Probabilité de l'apparition de la dégradation (voir § 9.3.2.1.3) : **Forte**
 - Niveau de maîtrise des conditions d'exploitation (voir § 9.3.2.2) : **Maîtrisées**
 - Adéquation des inspections aux dégradations (voir § 9.3.2.3) : **Pas totalement adéquate**

Probabilité d'apparition de la dégradation	Inspections adéquates			Inspections pas totalement adéquates			Absence d'inspection		
	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort
Exploitation									
Maîtrisée	1	1	2	1	3	3	2	3	3
Non maîtrisée	1	2	2	2	3	3	3	3	3

Tableau 11 – Matrice de niveau du facteur corrosion

Après analyse de la matrice de détermination du facteur dégradation, le niveau de ce facteur est :

- o Corrosion : **Niveau 3.**

9.3.3 Fatigue

9.3.3.1 Détermination de la probabilité d'apparition de la dégradation

L'équipement de par ses conditions d'exploitation est soumis à des cycles de pression / température et donc à un phénomène de fatigue.

Lors de la conception du pot de passage 2220B-4012 de R1, aucune note de calcul en fatigue n'a été réalisée. Un complément de calcul donc été effectué [13].

Les résultats de ces calculs attestent du bon dimensionnement de l'équipement au mode de dégradation considéré.

Au vu des éléments cités ci-dessus, la probabilité d'apparition de la dégradation est considérée comme « **Faible** ».

9.3.3.2 Détermination de la maîtrise des conditions d'exploitation

Un suivi en exploitation au niveau du pot de passage 2220B-4012 de R1 des paramètres pression / température de l'équipement permet d'encadrer ce mode de dégradation.

Les paramètres suivis sont présentés dans le Tableau 12 et intégrés au POES de l'équipement [14].

Identification équipements ou seuil	Type de suivi
Suivi et enregistrement de la température du liquide dans le pot de passage 2220B-4012	Relevé valeur
Suivi et enregistrement de la pression dans le	Relevé valeur

Tableau 11 – Paramètres suivis pour encadrer la fatigue

Une analyse de l'historique des cycles thermique et pression a été constituée [16].

L'exploitation de cet historique permet de conforter les marges restantes pour l'exploitation du pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1 (voir § 9.2.4.3).

L'analyse des cycles faite au travers de cette étude et le suivi en exploitation permet donc de considérer que les conditions d'exploitation liées à la fatigue de l'équipement sont « **Maîtrisées** ».

9.3.3.3 Détermination de l'adéquation des inspections aux dégradations

Concernant la fatigue, un suivi des cycles thermiques et pression effectué au travers de la surveillance de la température et de la pression avec une analyse annuelle justifie que le domaine d'apparition de la dégradation est maîtrisé.

9.3.3.3.1 Adéquation des inspections liées à la fatigue

Des dispositions particulières visant à suivre plus précisément la fatigue de l'équipement sont mises en place.

Ces dispositions particulières sont présentées dans le Tableau 13 et intégrées au POES de l'équipement [14] :

Exigences opérationnelles	Périodicité
Vérification visuelle de la surface externe du pot de passage	12 mois
Bilan annuel des cycles réels en pression et en température	12 mois

Tableau 13 – Dispositions particulières mises en œuvre pour encadrer la fatigue

Les conditions de température et de pression sont déjà suivies et analysées (voir § 9.2.4). Le suivi et le bilan annuel des cycles thermique et pression va permettre de connaître les marges restantes pour l'exploitation de l'équipement.

Le visuel de la surface externe du pot de passage permet de détecter des fissurations.

La périodicité des dispositions particulières, définie dans le POES, se fait en accord avec la cinétique des modes de dégradation identifiés de l'équipement.

Au vu des éléments cités ci-dessus et conformément aux critères du « Guide des conditions particulières d'application du Titre III du décret 99.1046 [1] aux Equipements Sous Pression Nucléaire » [3], l'adéquation des inspections à ce type de dégradation est évaluée comme étant « **Adéquate** ».

9.3.3.4 Niveau du facteur de dégradation

Les niveaux des facteurs à considérer pour l'analyse du niveau du facteur de dégradation en fonction des modes de dégradation considérés sont :

- Fatigue
 - Probabilité de l'apparition de la dégradation (voir § 9.3.3.1) : **Faible**
 - Niveau de maîtrise des conditions d'exploitation (voir § 9.3.3.2) : **Maitrisées**
 - Adéquation des inspections aux dégradations (voir § 9.3.3.3.1) : **Adéquate**

Probabilité d'apparition de la dégradation	Inspections adéquates			Inspections pas totalement adéquates			Absence d'inspection		
	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort	Faible	Moyen	Fort
	Exploitation								
Maitrisée	1	1	2	1	3	3	2	3	3
Non-maitrisée	1	2	2	2	3	3	3	3	3

Tableau 142 – Matrice de niveau du facteur fatigue

Après analyse de la matrice de détermination du facteur dégradation, le niveau de ce facteur est :

- Fatigue : **Niveau 1.**

9.3.4 Facteur Global de dégradation de sécurité de l'équipement

Après analyse de tous les facteurs de dégradation de l'équipement, le niveau global de dégradation attribuable à l'équipement est le plus important des niveaux des facteurs identifiés.

Pour le pot de passage 2220B-4012 de R1, on a :

- Corrosion (voir § 9.3.2.4) : **Niveau 3.**
- Fatigue (voir § 9.3.3.4) : **Niveau 1.**

Après analyse de tous les facteurs de dégradation de l'équipement, le niveau global de dégradation attribuable à l'équipement est **Niveau 3.**

9.4 DETERMINATION DU NIVEAU DE SECURITE DE L'ESPN

Pour déterminer le niveau de sécurité, on retient le niveau le plus pénalisant obtenu parmi les facteurs ci-dessous.

Les niveaux des facteurs étudiés sont :

- Facteur Fabrication (voir § 9.1.6) : **Niveau 1.**
- Facteur Etat (voir § 9.2.5) : **Niveau 3.**
- Facteur Dégradation (voir § 9.3.4) : **Niveau 3.**

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

Le niveau de sécurité retenu pour l'ESPN suite à l'analyse des différents facteurs est le **Niveau 3 « Risque de défaillance fort »**.

De manière conservatrice la méthodologie [10], en l'absence de mesure d'épaisseur pour l'ensemble des zones jugées sensibles, conduit à positionner l'équipement en risque de défaillance fort.

Il est toutefois noté (cf § 9.2.3.1) que les pertes d'épaisseurs attendues sur cet équipement sont négligeables et ne remettent pas en cause la durée de vie de l'équipement.

10 EVALUATION DES CONSEQUENCES DE LA DEFAILLANCE DE L'ESPN

Les conséquences de la défaillance du pot de passage 2220B-4012 de R1 sur les intérêts protégés mentionnés à l'article L.593-1 du Code de l'Environnement sont évaluées dans l'analyse de sûreté référencée [5].

Pour mémoire, les intérêts protégés sont :

- la sécurité, la santé et la salubrité publiques ;
- la protection de la nature et de l'environnement.

10.1 RETOUR D'EXPERIENCE (REX)

Aucun REX notable pour des équipements similaires n'a été constaté.

10.2 RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DE L'ESPN

Classement de l'ESPN :

Le pot de passage 2220B-4012 de l'atelier R1 est un ESPN de niveau N2 et de catégorie II. Le classement retenu est justifié dans l'analyse de sûreté dite de justification du classement en niveau de l'ESPN relevant des annexes 5 et 6 de l'arrêté en référence [2].

Les autres caractéristiques techniques de l'ESPN sont décrites aux paragraphes § 5 et 6 de la présente note.

Environnement de l'ESPN :

La prévention contre les risques de dispersion de matières radioactives est assurée par l'organisation des ateliers en systèmes de confinement selon les principes développés au paragraphe 3 du chapitre 4 du RPS UP2-800.

Un premier système de confinement est conçu de manière à éviter une dissémination de la radioactivité dans les zones de circulation du personnel ou dans l'environnement.

Il est composé de deux barrières :

- une première barrière statique constituée par les appareils procédés et les enveloppes de conditionnement en contact direct avec les matières radioactives,

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

- une seconde barrière statique est constituée par les parois des cellules (zone 4) et celles des équipements (gainés de ventilation jusqu'au premier étage de filtration) qui en assurent la continuité. Elle a pour but :
 - de limiter la dissémination de matière radioactive en cas de défaillance de la première barrière,
 - d'assurer la protection contre l'irradiation du personnel,
 - de permettre les opérations nécessaires pour revenir à la situation normale.

Le confinement statique ainsi obtenu est complété par un confinement dynamique par ventilation forcée :

- le système de ventilation associé à la première barrière de confinement permet de maintenir les appareils du procédé en dépression par rapport aux cellules les contenant. Un sens d'air préférentiel est ainsi créé de ces cellules vers les appareils procédé, à travers les fuites éventuelles de la première barrière, limitant la dispersion de matière radioactive,
- le système de ventilation associé à la deuxième barrière de confinement, permet de maintenir une dépression entre le premier système de confinement et le second système de confinement, de manière à limiter une éventuelle dispersion de matière radioactive en dehors de ce premier système de confinement.

Un deuxième système de confinement est prévu en tout point où la continuité du premier système de confinement ne peut être totalement garantie (i.e. cas des traversées non classées non-disséminantes). Ce deuxième système est constitué d'au moins une barrière assurant une protection supplémentaire de l'environnement contre la dispersion des matières radioactives.

D'une manière générale, les salles situées autour des cellules actives font partie du deuxième système de confinement.

10.3 CONSEQUENCES SUR LE PERSONNEL

Les conséquences de la défaillance de l'équipement sur les travailleurs sont appréciées en prenant en compte l'environnement de l'équipement.

Les conséquences sur les travailleurs suite à une défaillance de l'équipement sont analysées à un niveau faible dans les scénarios du document de référence [5].

Scénario 1 :

La présence de personnel en cellule étant exclue (la zone 4 n'est pas accessible au personnel), aucune conséquence sur le personnel n'est à envisager, y compris dans les locaux adjacents.

Scénario 2 :

En l'absence de surpression susceptible de remettre en cause l'intégrité du pot, la défaillance est sans conséquence directe sur le personnel pouvant être présent dans les locaux adjacents.

Une contamination du circuit caloporteur ou du circuit d'eau réfrigérée et le risque résultant d'exposition externe du personnel peuvent nécessiter des dispositions concertées entre l'exploitant et les équipes radioprotection pour limiter l'accès aux locaux présentant un risque radiologique.

Les opérateurs sont équipés d'un Dosicard possédant une alarme en cas de risque radiologique.

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

Scénario 3 :

La présence de personnel en cellule est exclue.

Parmi les locaux accessibles au personnel en fonctionnement normal, ceux où sont présents les filtres et les conduits sont impactés par cette défaillance en raison de l'augmentation de l'activité entraînée dans ces filtres et conduits.

Le DED majorant à proximité des caissons filtres est estimé à [REDACTED], pour R1B et [REDACTED] pour T1, celui à proximité d'un conduit de ventilation [REDACTED] pour R1B et [REDACTED] pour T1.

Les dispositions prises par l'exploitant et le service de radioprotection pour limiter l'accès aux locaux présentant un risque radiologique permettent d'assurer la protection du personnel du risque d'exposition résultant de la défaillance.

De façon plus générale, les différents dispositifs de détection radiologique (CRP) des locaux accessibles du bâtiment R1/T1 permettent l'évacuation rapide du personnel présent en cas de risque radiologique.

Les opérateurs sont équipés d'un Dosicard possédant une alarme en cas de risque radiologique.

Scénario 4 :

L'évaluation du DED dans le local des filtres du DNF et au voisinage des conduits de ventilation est estimée de la même façon que celle présentée pour le scénario 3 en considérant un rejet immédiat supplémentaire dû à la vapeur générée et extraite par le réseau de ventilation bâtiment. Il est considéré que la fuite d'eau réfrigérée vers la lèchefrite de la cellule ne constitue pas un facteur d'entraînement de contamination aggravant vis-à-vis de la fuite de solution de dissolution en cellule et de l'entraînement par la vapeur du réseau caloporteur.

Pour le scénario 4, le DED majorant à proximité des caissons filtres est estimé à [REDACTED] pour R1B et à [REDACTED] pour T1, celui à proximité d'un conduit de ventilation [REDACTED] pour R1B et à [REDACTED] pour T1.

Les dispositions prises par l'exploitant et le service de radioprotection pour limiter l'accès aux locaux présentant un risque radiologique permettent d'assurer la protection du personnel face au risque d'exposition externe résultant de la défaillance.

Les différents dispositifs de détection radiologique (CRP) des locaux accessibles du bâtiment R1/T1 permettent l'évacuation rapide du personnel présent en cas de risque radiologique.

Les opérateurs sont équipés d'un Dosicard possédant une alarme en cas de risque radiologique.

10.4 CONSEQUENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

Les conséquences de la défaillance de l'équipement sur l'environnement et le public sont appréciées en prenant en compte l'environnement de l'équipement.

Les conséquences sur l'environnement suite à une défaillance de l'équipement sont analysées dans le document de référence [5].

Aucun des scénarios étudiés n'entraîne d'impact significatif sur le personnel, le public ou l'environnement ni ne conduit à un impact supérieur à l'impact annuel induit par les rejets nominaux.

Les scénarios hautement pénalisants sont les scénarios 3 et 4.

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
AREVA NC	NT	100807	12	0095	B	REF

- Perte de confinement du compartiment procédé dans la cellule
- Perte concomitante du circuit caloporteur ou refroidissement et du compartiment procédé dans la cellule

Pour le scénario 3, l'impact à l'environnement est estimé en considérant la totalité de la solution radioactive déversée dans la lèchefrite de la cellule.

L'impact maximal serait [REDACTED] (nourrisson à Digulleville).

Pour le scénario 4, l'impact à l'environnement est estimé en considérant la totalité de la solution radioactive déversée dans la lèchefrite de la cellule. Cet impact est également évalué en ajoutant un rejet immédiat supplémentaire dû à la vapeur générée et extraite par le réseau de ventilation bâtiment.

L'impact maximal serait, pour le scénario 4, [REDACTED] (nourrisson à Digulleville).

Les mécanismes d'endommagement conduisant à de tels scénarios n'ont à ce jour jamais été observés sur le site.

11 PERIMETRE DE LA DEMANDE D'AMENAGEMENT D'APPLICATION DU TITRE III POUR LE SUIVI EN SERVICE

Dans l'impossibilité d'effectuer la totalité des gestes réglementaires requis par les annexes 5 et 6 de l'arrête ESPN (inspection visuelle externe partielle), les dispositions particulières envisagées, objet d'une demande d'aménagement, en application de l'article 3 de l'arrété 99.1046 du 13/12/99[1], sont explicités dans les tableaux ci-dessous avec leur périodicité et modalité respectives de mise en œuvre.



L'analyse de l'équivalence du niveau de sécurité par rapport à celui qui serait établi par application des mesures réglementaires ESPN ne peut être réalisée sur la base d'une méthode générique telle que la méthode de cotation en annexe du courrier du groupe inter-exploitant [15]. En effet, le niveau de sécurité retenu pour l'ESPN 2220-4012 de l'atelier R1B étant le Niveau 3 « Risque de défaillance fort ».

De manière conservative la méthodologie [10], en l'absence de mesure d'épaisseur pour l'ensemble des zones jugées sensibles, conduit à positionner l'équipement en risque de défaillance fort.

Il est toutefois noté (cf § 9.2.3) que les pertes d'épaisseurs attendues sur cet équipement sont faibles et ne remettent pas en cause la durée de vie de l'équipement.

Pour ces raisons, et au-delà de la requalification réglementaire positionnée tous les 60 mois, il est mis en œuvre un plan de surveillance renforcé.

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

Inspection réglementaire			Faisabilité (oui/non/ partielle)
Type de suivi	Réglementation	Périodicité	
Inspection périodique	Vérification intérieure et extérieure de l'équipement Arrêté [1]- Annexe 5 - §3	40 mois [1]	Partielle 
Requalification périodique	Vérification de l'adéquation documentaire Arrêté [1]- Annexe 6 - §2	60 mois [1]	Oui
	Vérification intérieure et extérieure de l'équipement Arrêté [1]- Annexe 6 - §2	60 mois [1]	Partielle 
	Epreuve Hydraulique Arrêté [1]- Annexe 6 - §2	60 mois [1]	Oui

Faisabilité des dispositions réglementaires sur l'équipement 2220B-4012 de R1

Dispositions particulières		Périodicité proposée
Gestes compensatoires	Vérification visuelle extérieure partielle de l'équipement	12 mois [14]
	Analyse des mesures d'épaisseur sur équipement témoins *	40 mois [14]
	Bilan des cycles réels en température (bilan dissolvant).	12 mois [14]
	Analyse du bilan de suivi des températures du fluide procédé	12 mois [14]
	Analyse du bilan du suivi des caractéristiques physico-chimiques du liquide procédé (acidité)	12 mois [14]
Requalification périodique	Vérification de l'adéquation documentaire Arrêté [1]- Annexe 6 - §2	60 mois [14]
	Vérification visuelle extérieure partielle de l'équipement	60 mois [14]
	Analyse des mesures d'épaisseur sur équipement témoins *	60 mois [14]
	Epreuve Hydraulique Arrêté [1]- Annexe 6 - §2	60 mois [14]

Dispositions complémentaires en nature et/ou en périodicité proposé sur l'équipement 2220B-4012 de R1

* Les mesures d'épaisseurs seront réalisées sur l'équipement témoin, à savoir l'évaporateur [REDACTED] notamment la partie basse de la [REDACTED] de R2 (cf §9.2.3.1.3). Toute évolution de la vitesse de perte d'épaisseur prévue sur cet équipement fera l'objet d'une analyse sur le pot 2220-4012 de l'atelier R1B

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0095	B	
AREVA NC						REF

L'intégration de ces dispositions dans le POES sera révisée selon les compléments et validation apportées par l'obtention de la dérogation.

Conformément à la réglementation ESPN, l'OIHA intervient dans le cadre de l'Inspection de requalification périodique de l'équipement.

A l'issue des Opérations de requalification périodique, un procès-verbal est rédigé et signé par le représentant de l'OIHA.

Ce procès-verbal attestera que les opérations de requalification périodique mentionnées dans cette présente note ont bien été réalisées. Le procès-verbal sera accompagné des comptes rendus détaillés des opérations effectuées dans le cadre de cette inspection. Ce procès-verbal ainsi que les documents associés sont intégrés au Dossier d'EXploitation (DEX) de l'équipement.

De plus, si le procès-verbal fait état de constatations, celles-ci devront être intégrées au POES de l'équipement. Le POES de l'équipement sera donc révisé en conséquence vis à vis des constatations émises.