

*Entité Propriétaire* DT\_C\_CV

*Type doc* NT NOTE TECHNIQUE-DESCRIPTIF-NOTE DE CALCUL

**JUSTIFICATION DE LA DEMANDE D'AMENAGEMENT DES  
REGLES DE SUIVI EN SERVICE DU DECRET 2015-799  
BOUILLEUR CONCENTRATION EFFLUENTS ACIDES MOYENNE  
ACTIVITE - BOUILLEUR 4130-20 DE L'ATELIER R2**

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.



**Signataires :**

	<i>Nom</i>	<i>Entité</i>	<i>Visa</i>
Rédacteur		EXT-AREVA NP	22/02/2018
Vérificateur		DT_PRO	22/02/2018
Approbateur		DUOT_R2	12/03/2018

*Les signatures électroniques portées ci-dessus sont garanties par la GEIDE*



## HISTORIQUE DES REVISIONS

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

Rév.	Date, N° de contrôle, Signataire et repérages des paragraphes modifiés
<b>A</b>	Approbation le : ██████████ N° de contrôle : 000..... Rédacteur : ████████████████████ Vérificateur : ████████████████████ Approbateur : ████████████████████
<b>B</b>	Rédacteur : ██████████ Vérificateur : ██████████ Approbateur : ██████████

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0100	B	
AREVA NC						REF

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>OBJET DU DOCUMENT ET CHAMP D'APPLICATION</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>OBJET DE LA REVISION</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>SIGLES ET ABBREVIATIONS</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>DOCUMENTS DE REFERENCE</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU BOUILLEUR ESPN</b>	<b>9</b>
5.1	PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	9
5.2	CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DU COMPARTIMENT PROCEDE	12
5.3	CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DU COMPARTIMENT CALOPORTEUR	12
<b>6</b>	<b>CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>EXIGENCES REGLEMENTAIRES</b>	<b>15</b>
7.1	APPLICABLES LORS DE SA FABRICATION	15
7.2	APPLICABLE A L'ESPN	15
7.2.1	Classement de l'équipement	15
7.2.2	Inspection périodique	16
7.2.3	Requalification périodique	16
<b>8</b>	<b>OBSTACLES A LA MISE EN ŒUVRE DES ACTIONS REGLEMENTAIRES</b>	<b>18</b>
8.1	ENVIRONNEMENT DE L'ESPN	18
8.2	ACCESSIBILITE A L'EQUIPEMENT	20
8.3	EXAMEN VISUEL	22
8.4	MISE EN PRESSION (EPREUVE HYDRAULIQUE)	23
8.4.1	Compartiment nucléaire	23
8.4.2	Compartiment sous pression	23
8.5	PERIMETRE DE LA DEMANDE DE DISPOSITIONS PARTICULIERES	23
<b>9</b>	<b>ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE LA DEFAILLANCE</b>	<b>24</b>
9.1	DETERMINATION DU FACTEUR FABRICATION	24
9.1.1	Dossier descriptif	25
9.1.2	Matériau	25
9.1.3	Note de calcul statique	26
9.1.4	Note de calcul en fatigue - fluage	27
9.1.5	Niveau du facteur de fabrication de l'équipement	29
9.2	DETERMINATION DU FACTEUR ETAT	30
9.2.1	Modes de dégradation	30
9.2.2	Examen visuel	31
9.2.3	Mesures d'épaisseur	34
9.2.3.1	Caractérisation théorique idéale	34
9.2.3.2	Caractérisation réelle	34
9.2.3.2.1	Mesures d'épaisseurs sur l'enveloppe externe de l'équipement	34
9.2.3.2.2	Mesure d'épaisseur sur les tubes interne de l'équipement	36
9.2.3.2.3	Conservatismes pour la définition d'une DMF	36
9.2.4	Suivi de l'historique de fonctionnement	36
9.2.4.1	Suivi des cycles en fatigue du bouilleur	36
9.2.4.2	Historique des paramètres de fonctionnement	37
9.2.5	Niveau du facteur état de l'équipement	38
9.3	DETERMINATION DU FACTEUR DEGRADATION	39
9.3.1	Sensibilité de l'équipement face aux dégradations potentielles	40
9.3.2	Corrosion	42

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0100	B	
AREVA NC						REF

9.3.2.1	Détermination de la probabilité d'apparition de la dégradation.....	42
9.3.2.1.1	Comportement du matériau face à la corrosion : données expérimentales .....	42
9.3.2.1.2	Comportement du matériau face à la corrosion : REX sur équipement similaire .....	43
9.3.2.1.3	Probabilité d'apparition de la dégradation de type corrosion.....	49
9.3.2.2	Détermination de la maîtrise des conditions d'exploitation .....	49
9.3.2.3	Détermination de l'adéquation des inspections aux dégradations.....	49
9.3.2.4	Niveau du facteur de dégradation .....	50
9.3.3	<i>Fatigue</i> .....	50
9.3.3.1	Détermination de la probabilité d'apparition de la dégradation.....	50
9.3.3.2	Détermination de la maîtrise des conditions d'exploitation.....	51
9.3.3.3	Détermination de l'adéquation des inspections aux dégradations.....	51
9.3.3.3.1	Adéquation des inspections liées à la fatigue .....	51
9.3.3.4	Niveau du facteur de dégradation .....	52
9.3.4	<i>Facteur Global de dégradation de sécurité de l'équipement</i> .....	52
9.4	DETERMINATION DU NIVEAU DE SECURITE DE L'ESPN .....	53
10	<b>JUSTIFICATION D'UN NIVEAU EQUIVALENT DE SECURITE</b> .....	54
11	<b>EVALUATION DES CONSEQUENCES DE LA DEFAILLANCE DE L'ESPN</b> .....	55
11.1	RETOUR D'EXPERIENCE (REX) CONCERNANT LA DETECTION DES SCENARIOS ESPN.....	55
11.1.1	<i>N°1/4 : Défaillance de l'évaporateur thermosiphons vers la cellule</i> .....	55
11.1.2	<i>N°2 : Défaillance de l'évaporateur 245-40 de l'atelier HAPF (UP2 400)</i> .....	56
11.1.3	<i>N°3 : Détection de l'évènement sur 4140-31 de T2</i> .....	57
11.2	RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DE L'ESPN.....	58
11.3	CONSEQUENCES SUR LE PERSONNEL.....	59
11.4	CONSEQUENCES SUR L'ENVIRONNEMENT .....	60
12	<b>DISPOSITIONS PARTICULIERES MISES EN ŒUVRE EN FONCTION DES MODES DE DEGRADATION</b> .....	61
13	<b>PERIMETRE DE LA DEMANDE POUR LE SUIVI EN SERVICE</b> .....	62

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

## 1 OBJET DU DOCUMENT ET CHAMP D'APPLICATION

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

De ce fait, le bouilleur thermosiphon de concentration des effluents acides de moyenne activité 4130 – 20 de l'atelier R2 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 pour l'ensemble des compartiments de l'ESPN (§7.1) 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 des règles de suivi en service du décret [1].

## 2 OBJET DE LA REVISION

L'objet de cette révision est la prise en compte des demandes complémentaires formulées dans le courrier [4].

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

### 3 SIGLES ET ABBREVIATIONS

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

CND	Contrôles Non Destructifs
CRP	Contrôle de RadioProtection
DED	Débit d'Equivalent de Dose
DEX	Dossier d'Exploitation
DMF	Durée Minimale de Fonctionnement
DNF	Dernier Niveau de Filtration
EF	Eau Surchauffée
ESPN	Equipements Sous Pression Nucléaire
GRC	Grand Rayon de Courbure
INB	Installation Nucléaire de Base
OHA	Organisme Habilité Agréé
POES	Programme d'Opération, d'Entretien et de Surveillance
PS	Pression Maximale Admissible
REX	Retour d'EXpérience
TS	Température Maximale Admissible
RPS	Rapport Provisoire de Sûreté
VA	Vapeur d'eau

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

#### 4 DOCUMENTS DE REFERENCE

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

- [1] Décret n° 2015-799 du 1er juillet 2015 relatif aux produits et équipements à risques.
- [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 – CAE – 2014 – 017304 : Rejet des demandes de conditions particulières d'application du titre III du décret du 13 décembre 1999 aux équipements sous pression nucléaires du 9 avril 2014.
- [5] ██████████ Justification du classement du bouilleur 4130-20 de l'atelier R2 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] ██████████ PV D'EPREUVES D'ETANCHEITE ET DE RESISTANCE.
- [8] Décret 99.1046 du 13 décembre 1999 relatif aux Equipements Sous Pression.
- [9] Arrêté du 21 décembre 1999 Relatif à la classification et à l'évaluation de conformité des équipements sous pression.
- [10] Arrêté du 15 Mars 2000 : relatif à l'exploitation des équipements sous pression.
- [11] Arrêté du 30 décembre 2015 relatif aux Equipements Sous Pression Nucléaires.
- [12] Fiche COLEN n°24 : Vérification intérieure des équipements.
- [13] ██████████ : Rapport d'inspection visuelle du bouilleur 4130-20 de R2.
- [14] ██████████ : FICHE TEST EN PRESSION R2 4130-20 ANNEE 2012.
- [15] ██████████ : Dossier Descriptif du bouilleur 4130-20 de l'atelier R2.
- [16] ██████████ Calcul statique bouilleur 4130-20-R.
- [17] ██████████ : NOTE TECHNIQUE BOUILLEURS DES ATELIERS R2, R4, T2 ET T4 DETERMINATION DES EPAISSEURS MINIMALES DES FAISCEAUX DE TUBE.

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

- [18] ██████████ : ETUDE DE L'EVAPORATEUR ██████████ 4130-20/30R.
- [19] ██████████ : EXAMEN CONFORMITE VIEILLISSEMENT ZONE 4 PRESTATIONS DE MESURES D'EPAISSEURS PAR ULTRASONS SUR EQUIPEMENTS - CELLULE ██████████ DEL'ATELIER R2 - BOUILLEUR REP 4130-20 - CONTROLE DU 16/11/2015.
- [20] ██████████ EXAMEN CONFORMITE VIEILLISSEMENT ZONE 4 PRESTATIONS DE MESURES D'EPAISSEURS PAR ULTRASONS SUR EQUIPEMENT CELLULE ██████████ DE L'ATELIER R2 BOUILLEUR 4130-20 - CONTROLE DU 29/03/2016 AU 30/03/2016.
- [21] ██████████ NOTE TECHNIQUE ETAT DES CONNAISSANCES SUR LA CORROSION DES ESPN EN ██████████
- [22] ██████████ : COMPTAGE DES CYCLES DE FATIGUE DU BOUILLEUR 4130-20 DE L'ATELIER R2.
- [23] ██████████ SYNTHESE SUR LA PROBLEMATIQUE FLUOR SUR LES USINES UP2-800 ET UP3.
- [24] ██████████ : COMPTE RENDU MESURES D'EPAISSEURS FAISCEAU TUBULAIRE DU BOUILLEUR 4140-31 ATELIER R2 DE FEVRIER 2006.
- [25] ██████████ : EXAMEN CONFORMITE VIEILLISSEMENT PRESTATIONS DE MESURES D'EPAISSEURS PAR ULTRASONS SUR EQUIPEMENT CELLULE ██████████ DE L'ATELIER R2 BOUILLEUR 4140-31 COLONNE 4140-30 - CONTROLE DU 26 AU 28 AOUT 2014.
- [26] ██████████ : Programme des Opérations d'Entretien et de Surveillance (POES) – Bouilleur 4130-20 de l'Atelier R2.
- [27] ██████████ : 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.
- [28] ██████████ : Programme des Opérations d'Entretien et de Surveillance (POES) – Bouilleur 4140 – 31 de l'Atelier R2.
- [29] ██████████ : EXAMEN DE CONFORMITE VIEILLISSEMENT ZONE 4 PRESTIONS DE MESURES D'EPAISSEURS PAR ULTRASONS SUR EQUIPEMENTS CELLULE ██████████ DE L'ATELIER R2 EVAPORATEUR THERMISIPHON R2 4140-31/30 - CONTROLE DU 4 ET 6 AVRIL 2016

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

## 5 DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DU BOUILLEUR ESPN

### 5.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

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

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

- un compartiment procédé en dépression (faisceau tubulaire du bouilleur 4130-20) contenant la solution acide à concentrer dont l'activité est supérieure à 370 GBq,
- un compartiment sous pression (calandre du bouilleur 4130-20) contenant le fluide caloporteur (VA) sans activité radiologique.

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.    Activité    Cat.MT    N° Ordre    Révision	<b>REF</b>
<b>AREVA NC</b>	<b>NT    100807    12    0100    B</b>	<b>REF</b>

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

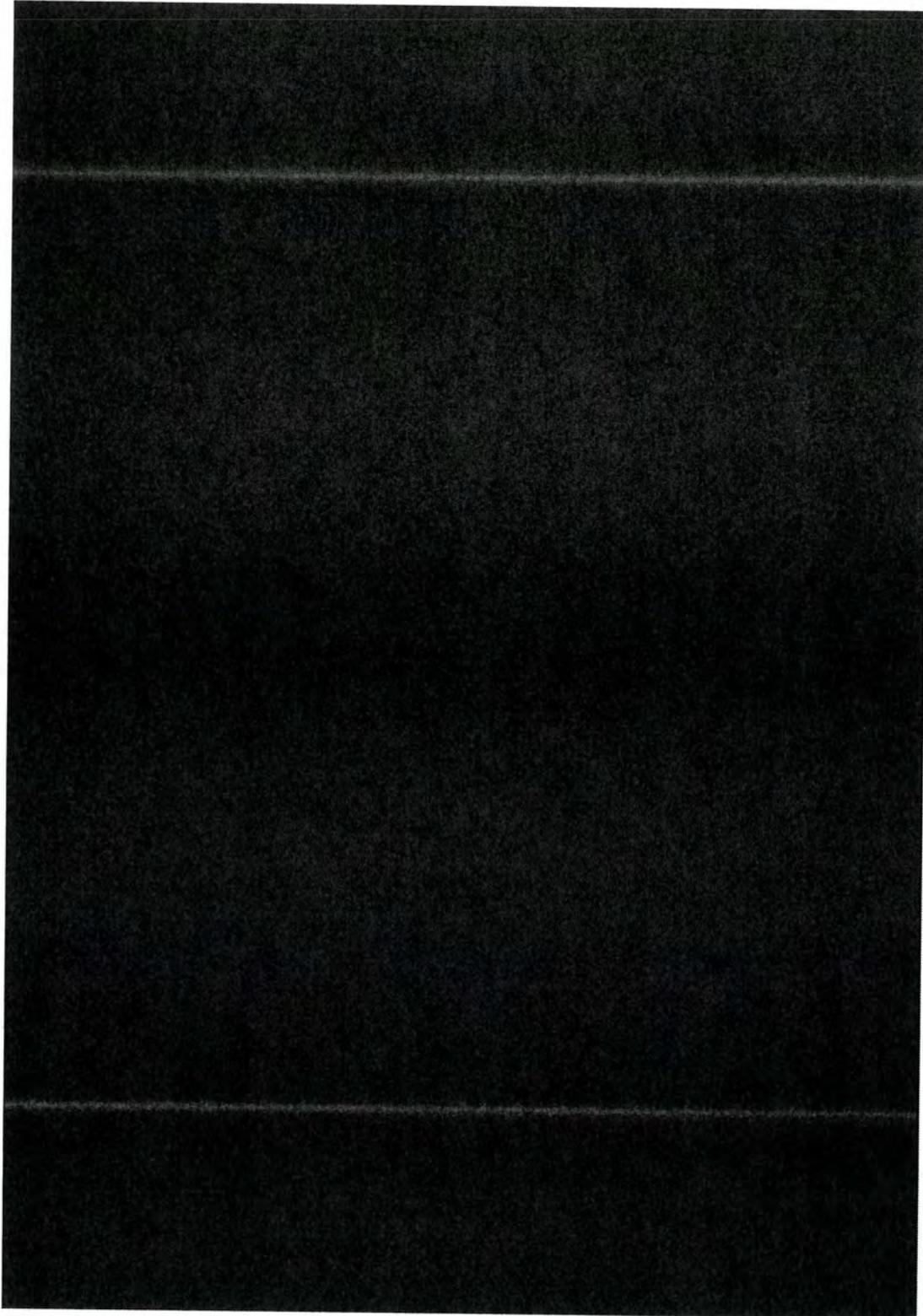


Figure 1 - Schéma descriptif du bouilleur 4130-20 et de la colonne 4130-30 de l'atelier R2

**E&P**

Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision
NT	100807	12	0100	B

**REF**

**AREVA  
NC**

--

**REF**

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

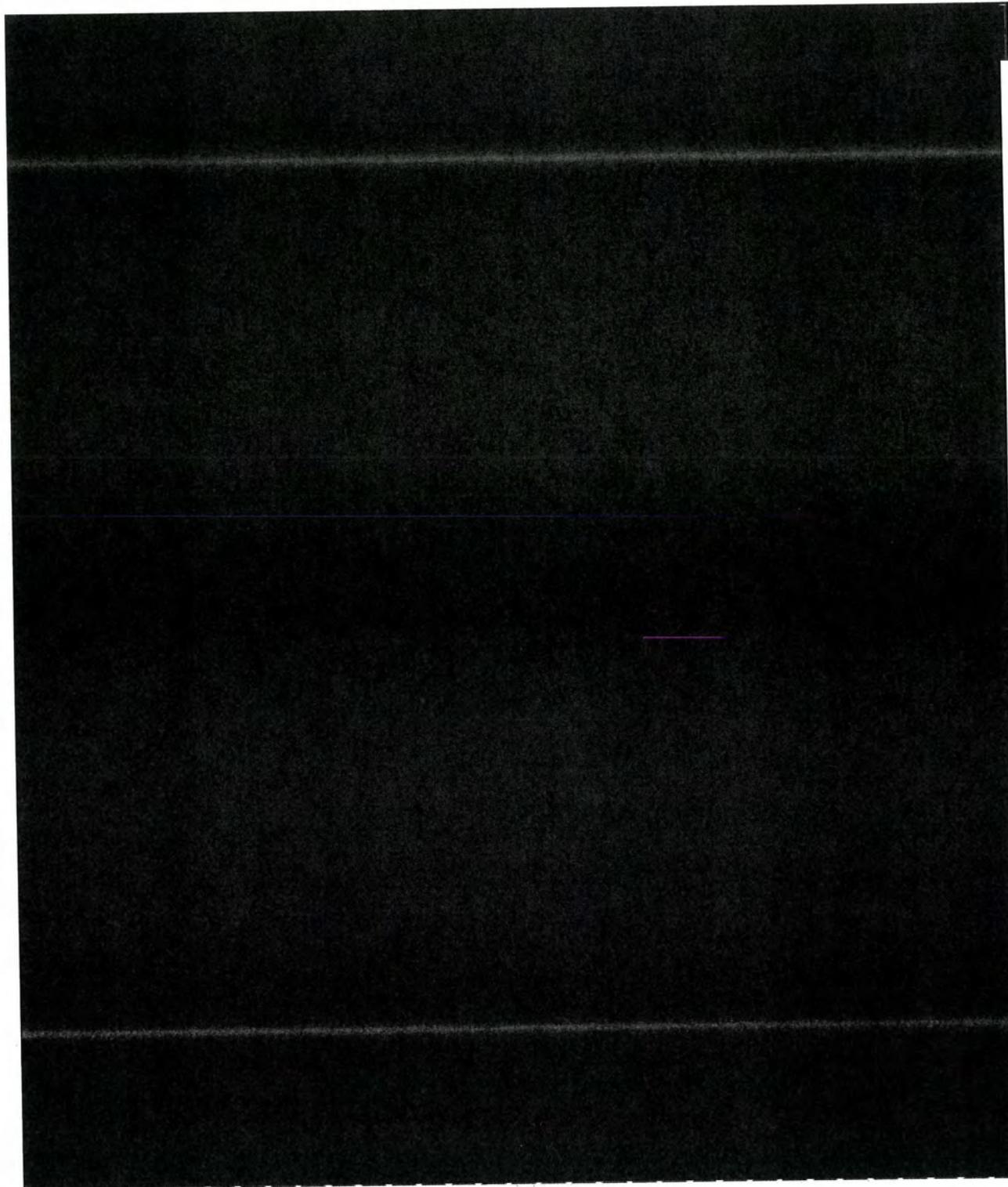


Figure 2 - Schéma de principe du bouilleur 4130-20 et son circuit caloporteur (unité 4170)

## 5.2 CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DU COMPARTIMENT PROCÉDE

Données	Unité(s)	Compartiment procédé du Bouilleur (Unité 4130)
Fluide		Acide nitrique
Pression minimale/maximale	bar relatif	██████████
Température maximale de Service	°C	████
Volume total Faisceau tubulaire	L	████

## 5.3 CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DU COMPARTIMENT CALOPORTEUR

Données	Unité(s)	Compartiment caloporteur (Unité 4170)
Fluide		VA
Pression Maximale Admissible (PS)	bar relatif	████
Température Maximale Admissible (TS)	°C	████
Volume de la calandre	L	████

- Le 13/03/2018

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

## 6 CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES

Le bouilleur 20 de l'unité 4130 de l'atelier R2 de l'INB 117 est constitué :

- d'un faisceau tubulaire vertical de [REDACTED] tubes d'une longueur de [REDACTED] mm,
- d'une calandre à [REDACTED] chicanes contenant le faisceau tubulaire,
- de deux boîtes d'entrée et sortie du fluide procédé.

Le bouilleur est relié en partie haute et en partie basse à la colonne de concentration 4130-30 composée d'un plateau impacteur sec à calottes et de deux tamis coalesceur / dévésiculeur arrosés en eau déminéralisée.

Les principales caractéristiques du bouilleur 4130-20 sont les suivantes :

- hauteur du bouilleur : [REDACTED] mm,
- diamètre des tubes du faisceau tubulaire : [REDACTED] mm,
- diamètre intérieur de la calandre du bouilleur : [REDACTED] mm.

Le matériau constitutif du bouilleur 4130-20 est le [REDACTED]

Les épaisseurs nominales de fabrication des différents composants pour le bouilleur 4130-20 de R2 sont (Figure 3 ci-dessous) :

- Virole côté calandre : [REDACTED] mm (orange),
- Virole côté boîtes à eau : [REDACTED] mm (rouge),
- Fond torisphérique supérieur : [REDACTED] mm (vert),
- Fond torisphérique inférieur : [REDACTED] mm (violet),
- Tubes du faisceau tubulaire : [REDACTED] mm (turquoise),
- Soufflet de dilatation : [REDACTED] mm (rose).

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018



Figure 3 – Epaisseurs nominales de fabrication des tôles du bouilleur

## 7 EXIGENCES REGLEMENTAIRES

### 7.1 APPLICABLES LORS DE SA FABRICATION

L'équipement a été, dès sa conception, considéré comme un ESP et soumis au décret du 2 avril 1926 [6] « portant règlement sur les appareils à vapeur autres que ceux placés à bord des bateaux ». Il a donc respecté les exigences de ce décret tant pour sa conception, sa fabrication et pour sa mise en service.

Le bouilleur 4130 – 20 a été conçu, fabriqué (épreuve initiale le 28/07/93 à 8 bar [7]) et mis en service en mai 1994 avant l'évolution réglementaire de 1999 / 2000 (Décret 99.1046 du 13 décembre 1999 [8], Arrêté du 21 décembre 1999 [9] et Arrêté du 15/03/2000 [10]).

Il a été accordé un régime dérogatoire vis-à-vis du décret du 02/04/1926 [6] pour le suivi en exploitation compte tenu :

- o de sa conception entièrement soudée sans partie démontable,
- o de la difficulté d'accéder à son contact périodiquement, sans entreprendre des actions complexes de rinçage / décontamination avec un risque résiduel important pour le personnel intervenant (exposition / non mise en sécurité des personnes, ...).

L'accord pour dérogation a été donné par décision DM-T/P en référence n°31340 du 05/06/2000 (transmis par lettre DRIRE 2000.547 du 13 juin 2000).

La dérogation a ainsi été obtenue avant l'évolution réglementaire introduite par le décret du 13/12/99 [8] et l'arrêté du 15/03/2000 [10] révisé 2005.

### 7.2 APPLICABLE A L'ESPN

#### 7.2.1 Classement de l'équipement

Le bouilleur thermosiphon de concentration des effluents acides de moyenne activité 4130-20 de l'Atelier R2 relève du classement N2 et de catégorie IV selon les exigences de l'arrêté [11].

Le fluide caloporteur (VA) appartient aux fluides de Groupe 2. Cependant, d'après l'article 4 de l'arrêté [11], si l'équipement est de niveau N1 ou N2, et c'est le cas pour le bouilleur 4130-20 de R2, 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 bouilleur 4130-20 de l'atelier R2 est un équipement de niveau N2 et de catégorie IV, alors il est soumis à l'inspection périodique et à la requalification périodique.

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0100	B	
AREVA NC						REF

## 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.

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 bouilleur 4130-20 de l'atelier R2 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 [12] 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.

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.    Activité    Cat.MT    N° Ordre    Révision	<b>REF</b>
	<b>NT    100807    12    0100    B</b>	
<b>AREVA NC</b>		<b>REF</b>

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 PS.

Dans le cas d'un équipement multi-compartimenté, 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 bouilleur 4130-20 de R2 (voir § 5.2), aucune épreuve hydraulique n'est à réaliser.

En application de l'annexe 6 de l'arrêté ESPN [2], le bouilleur 4130-20 de l'atelier R2 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).

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0100	B	
AREVA NC						REF

## 8 OBSTACLES A LA MISE EN ŒUVRE DES ACTIONS REGLEMENTAIRES

### 8.1 ENVIRONNEMENT DE L'ESPN

Le bouilleur 4130-20 est situé dans une cellule en zone inaccessible au personnel [REDACTED] 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 bouilleur est une cellule chimique classée zone 4 (zone rouge). La cellule est donc entièrement fermée.

L'épaisseur des murs en béton armé de la cellule [REDACTED] est de :

- voile de cellule Ouest (Fermeture de la cellule par des Briques de Béton Lourd) : [REDACTED] m,
- voile de cellule Sud : [REDACTED] m,
- voile de cellule Est (Béton Lourd et Béton 2<sup>ème</sup> phase) : [REDACTED] m,
- voile de cellule Nord (Béton Lourd et Béton 2<sup>ème</sup> phase) : [REDACTED] m à [REDACTED] m.

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

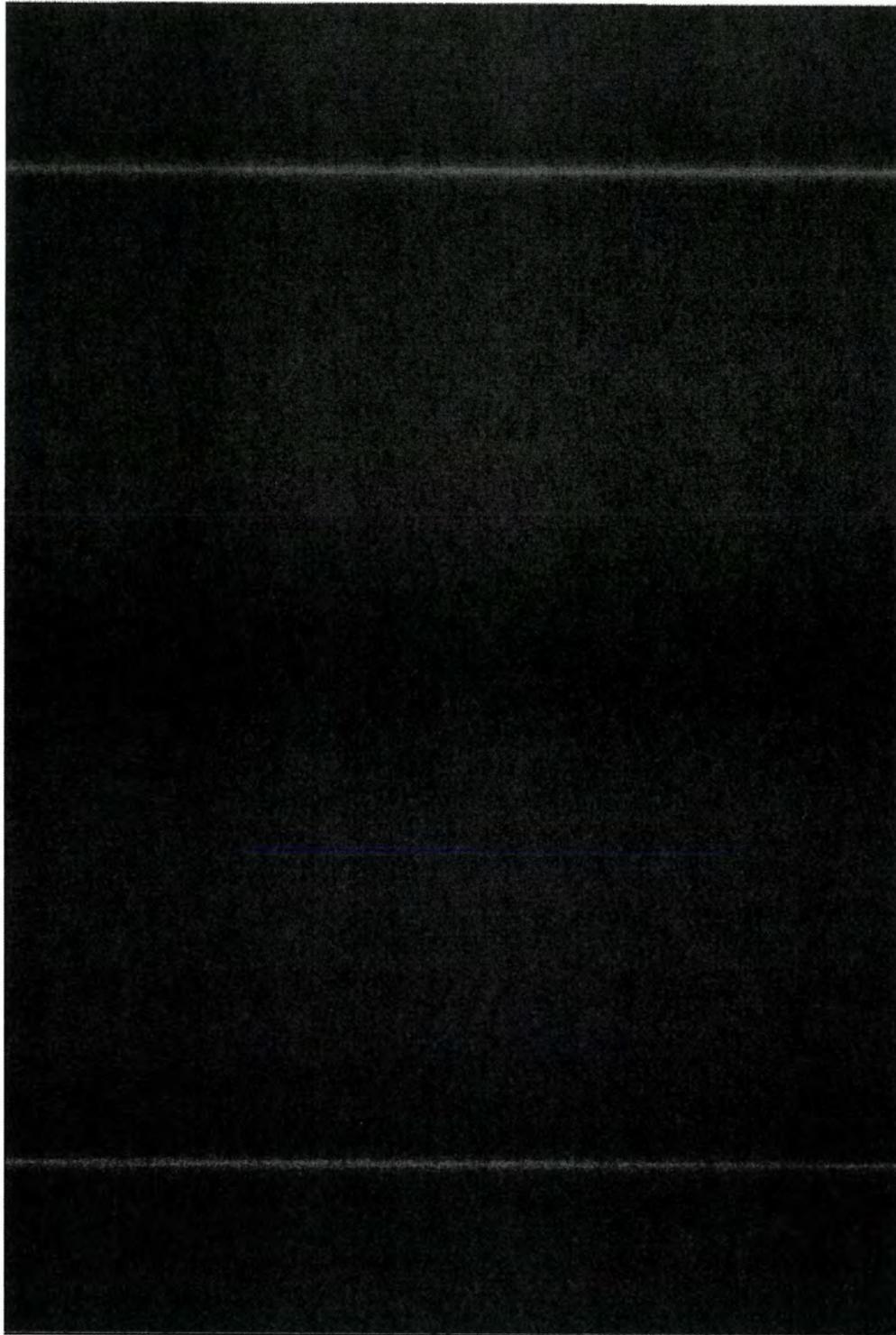


Figure 4 – Schéma du bouilleur 4130-20 de R2 dans son environnement

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

## 8.2 ACCESSIBILITE A L'EQUIPEMENT

L'équipement est situé dans une cellule chimique. En conformité avec nos standards de conception, un passage d'endoscope et un mur de baryte existent sur le voile entre la cellule [REDACTED] et la zone 3 adjacente [REDACTED]

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018



Figure 5 – Vue 3D du bouilleur 4130-20 de R2 dans la cellule [REDACTED] avec mur de baryte

E&P
-----

Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision
NT	100807	12	0100	B

REF
-----

AREVA NC
-------------

--

REF
-----

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

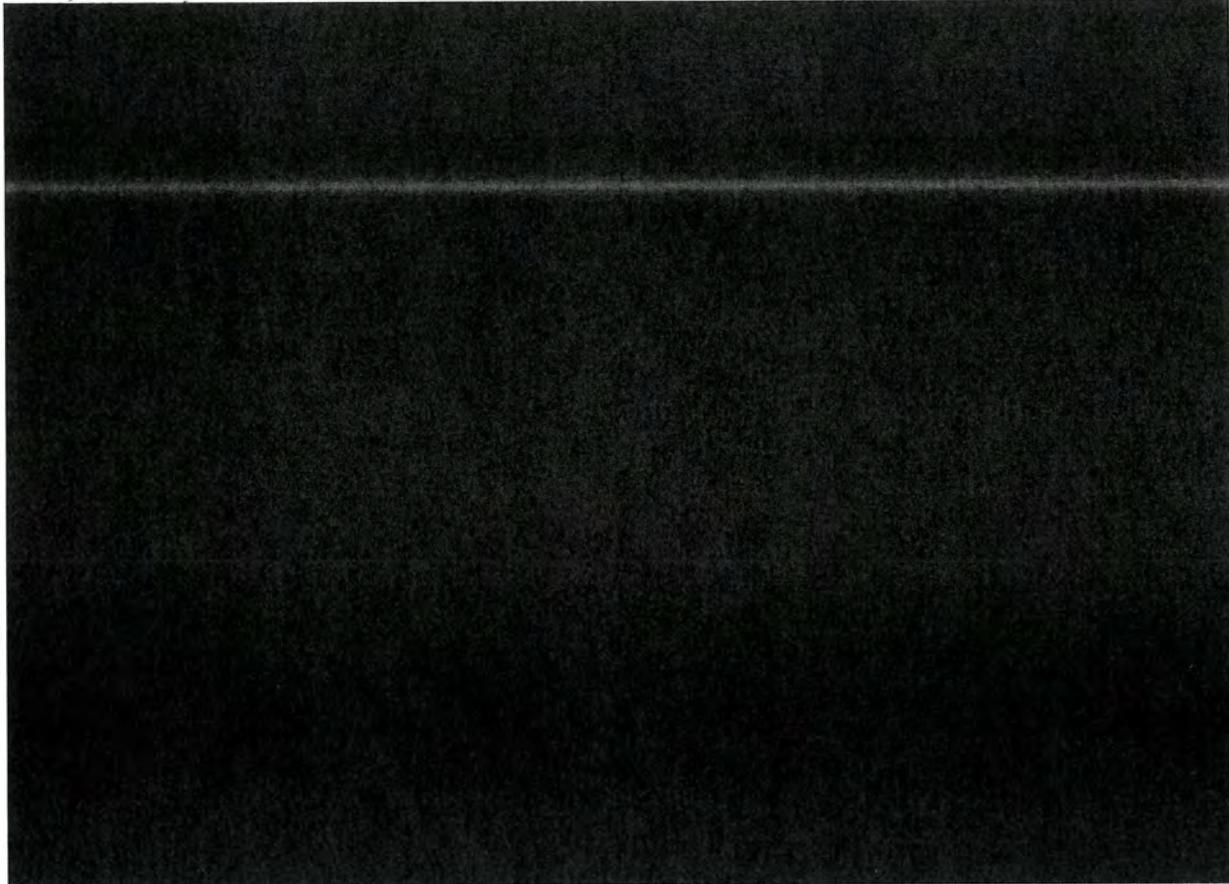


Figure 6 – Fourreau d'endoscope

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0100	B	
AREVA NC						REF

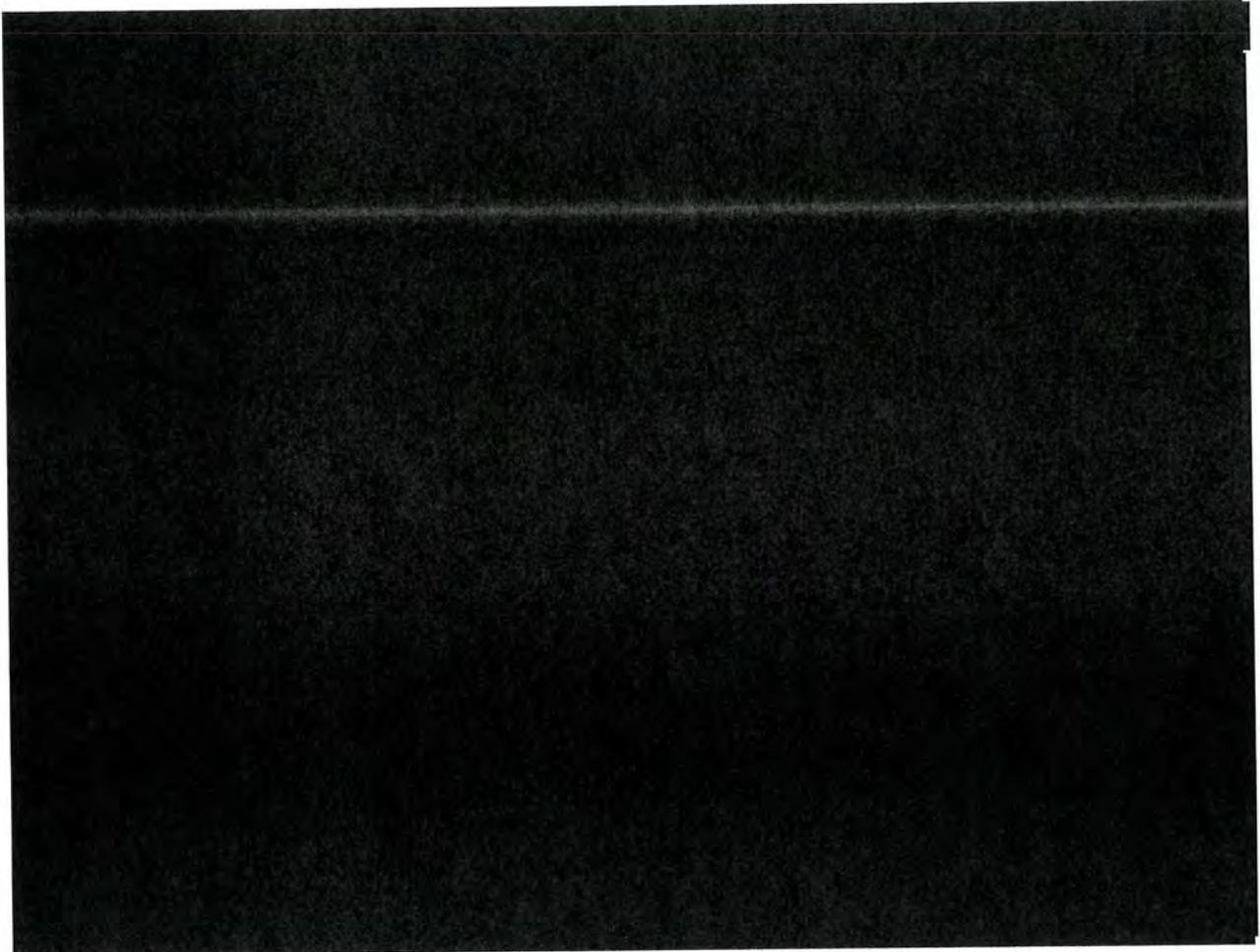


Figure 7 – Mur de baryte

L'implantation du bouilleur 4130-20 de l'atelier R2 en zone inaccessible (débit de dose non compatible avec accès personnel) rend les inspections réglementaires au contact, impossibles.

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

### 8.3 EXAMEN VISUEL

Le bouilleur est un équipement sous pression nucléaire à multi-compartiments entièrement soudés pour éviter les risques de fuite en zone 4 et ne disposant pas de parties démontables permettant d'effectuer les inspections visuelles internes:

- compartiment sous pression : constitué de la calandre ,
- ⊖ compartiment nucléaire : constitué du faisceau tubulaire interne à la calandre et des boites supérieure et inférieure

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.

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0100	B	
AREVA NC						REF

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 calandre (compartiment VA) la surface extérieure inspectable est considérée de façon pénalisante comme étant comprise entre 10 et 20%, 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 1.

Pour le compartiment nucléaire, la surface extérieure inspectable est considérée de façon pénalisante comme étant comprise entre 10 et 20%, 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 1.

Le compte rendu de l'inspection réalisé sur site, en présence d'un organisme habilité, en novembre 2015 est consultable dans la note [13].

## 8.4 MISE EN PRESSION (EPREUVE HYDRAULIQUE)

### 8.4.1 Compartiment nucléaire

Dans le cas d'un équipement multi-compartimenté tel que le bouilleur 4130-20 de l'atelier R2, le compartiment nucléaire est en dépression en fonctionnement normal, ainsi aucune épreuve hydraulique n'est à réaliser sur le compartiment nucléaire puisque le compartiment ne peut fonctionner qu'en-dessous de 0,5 bar relatif (cf. § 5.2).

La performance intrinsèque du geste réglementaire d'épreuve hydraulique sur le compartiment nucléaire est donc égale à 0.

### 8.4.2 Compartiment sous pression

Le test en pression du compartiment caloporteur a été effectué en Août 2012 [14].

Selon la dérogation DM-T/P en référence n°31340 du 05/06/2000 (transmis par lettre DRIRE 2000.547 du 13 juin 2000), l'épreuve est réalisée à 1,5 x PS avec une périodicité décennale.

## 8.5 PERIMETRE DE LA DEMANDE DE DISPOSITIONS PARTICULIERES

La vérification partielle extérieure 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 de passages d'endoscope,

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

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0100	B	
AREVA NC						REF

## 9 ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE LA DEFAILLANCE

Conformément à la méthode d'élaboration [3] d'un dossier d'aménagement réglementaire de suivi en service pour les ESPN 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] :

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

### 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 :

- o **Niveau 1** : Equipement conforme à un code de construction ou à une norme harmonisée et dont le dossier de fabrication est complet,
- o **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,...),
- o **Niveau 3** : Absence de dossier de fabrication de l'équipement ».

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0100	B	
AREVA NC						REF

### 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 de l'usine UP2-800 de la Hague. Il dispose d'un dossier descriptif complet [15] comprenant tous les documents qui attestent de sa conformité.

Le dossier descriptif de l'équipement [15] est conforme à la réglementation de l'époque et conforme à la réglementation actuelle au travers de son contenu :

- o Notes de calcul,
- o Plans d'ensemble,
- o Plan de détails,
- o Procédures et qualification (LOFC, Cahier de soudage, Qualification des modes opératoires de soudage, Qualification des soudeurs, Procédure de contrôle par ressuage, Procédure de contrôle dimensionnel, Procédure de contrôle CND...),
- o Documents de contrôles et épreuves (Contrôle des approvisionnements, Certificats matière, PV d'état des lieux, PV de contrôle par ressuage, PV d'interprétation ultrasons, PV d'interprétation radios, PV de traitements thermiques...),
- o Documents essais et recette (PV d'examen visuel et aspect bouilleur, PV d'épreuve d'étanchéité et résistance, PV de contrôle dimensionnel, Dossier réglementaire...).

### 9.1.2 Matériau

Le matériau utilisé pour la fabrication est [REDACTED]

Le [REDACTED] est la nuance utilisée pour les applications en milieu nitrique de retraitement du combustible usé, lorsque le comportement en corrosion des nuances d'aciers inoxydables ne suffit pas. Ainsi son domaine d'utilisation se limite aux milieux nitriques chauds et/ou concentrés, lorsque la présence d'ions oxydants est suspectée ou avérée. Milieux pour lesquels le [REDACTED] reste dans son domaine passif avec une morphologie de corrosion uniforme et généralisée.

Un suivi rigoureux de la qualité des demi-produits a été réalisé tout au long du processus d'approvisionnement lors de la fabrication du Bouilleur 4130-20.

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 évaporateurs.

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

### 9.1.3 Note de calcul statique

Le dossier de dimensionnement statique du bouilleur 4130-20 de R2 est constitué par les notes de calcul suivantes :

- La note de calcul Statique bouilleur 4130-20-R en date du 27/08/1993 [16],
- Le complément de calcul [17] en date du 21/11/2016, pour justification d'une épaisseur consommable pour les tubes du faisceau.

L'équipement a été dimensionné de la manière suivante :

- Les Codes de calcul utilisés : RCC-MR, TEMA et CODAP 85
- Les conditions de calcul :

- Les situations maximale de service et accidentelle :



Figure 8 – Situations maximale de service et accidentelle

- La situation d'épreuve :



Figure 9 – Situation d'épreuve

Il y a majoration de la pression d'épreuve de la calandre, puisque celle-ci est égale à 2 x PS.

Nota : La valeur des contraintes admissibles retenues dans le calcul d'origine était :

Contrainte admissible  $S = R_t / 4$ ,

selon dérogation DM-T/P en référence n°31340 du 05/06/2000 (transmis par lettre DRIRE 2000.547 du 13 juin 2000).

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

- Surépaisseur de corrosion et tolérance d'approvisionnement :

La note de calcul initiale [16] ne considère pas de surépaisseur de corrosion, et considère les tolérances de fabrication suivante :

Tolérance de fond : - 15%,  
 Tolérance de virole : [REDACTED] mm.

Le complément de calcul réalisé dans la note [17], justifie d'une bonne tenue à la pression de l'appareil pour l'épaisseur minimale des tubes du compartiment procédé.

- Les résultats de calcul :

Les notes [16] et [17] justifient d'une bonne tenue à la pression de l'appareil pour les épaisseurs suivantes :

- Soufflet de dilatation : [REDACTED] mm,
- Calandre : [REDACTED] mm,
- Virole partie inférieure: [REDACTED] mm,
- fond GRC inférieur : [REDACTED] mm,
- Virole partie supérieure: [REDACTED] mm,
- fond GRC supérieur : [REDACTED] mm,
- tubes du faisceau : [REDACTED] mm.

#### 9.1.4 Note de calcul en fatigue - fluage

Lors de la conception du bouilleur R2-4130-20, un calcul, concernant les critères de contraintes primaires, le risque de déformation progressive et de fissuration par fatigue-fluage a été réalisé [18]. La note vérifie la tenue des soufflets qui reprennent la dilatation du bouilleur.

Le code de calcul utilisé est le RCC-MR – Volume C – Edition 1985 + modificatif 1987.

Le nombre de cycles admissibles par l'équipement est déterminé par la macro AREVA « SFluage », conformément au standard AREVA STD 7598 Rév C : Méthode de calcul en fatigue – fluage d'un équipement chaudronné en [REDACTED]

Les conditions de calcul retenues pour l'analyse en fatigue-fluage sont présentées ci-dessous :

	Fonctionnement normal	Fonctionnement incidentel
<b>Pmax</b>	[REDACTED] bars	[REDACTED] bars
<b>ΔP</b>	[REDACTED] bars	[REDACTED] bars
<b>ΔT</b>	[REDACTED] C	[REDACTED] C
<b>Tmax</b>	[REDACTED] C	[REDACTED] C
<b>déplacement</b>	[REDACTED] mm	[REDACTED] mm
<b>Durée du cycle</b>	[REDACTED] h	[REDACTED] h

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

Les critères de vérifications des contraintes retenus sont :

**Contraintes primaires (pression):**

$$P_m < S_m \times J_m$$

$$P_{m+b} < 3/2 S_m \times J_m$$

$$P_m + 0.8P_b < S_t \times J_t$$

**Déformation progressive:**

$$P_{m+b} + Q_{m+b} < 3 S_m \times J_m$$

Avec :

- $J_m, J_t = 0.9$  : Coefficient de soudure à prendre en compte sur les soudures bout à bout du soufflet
- $P_m$  : Contrainte équivalente de Tresca en membrane due à la pression
- $P_b$  : Contrainte équivalente de Tresca en flexion due à la pression
- $P_{m+b}$  : Contrainte équivalente de Tresca en membrane + flexion due à la pression
- $Q_{m+b}$  : Amplitude de contrainte de Tresca due au chargement thermique en membrane + flexion

**Fatigue - fluage:**

Soit

- $\Delta\sigma$  : Amplitude de contrainte équivalente de Tresca calculée pour un chargement variationnel au cours d'un cycle complet (pression + température).
- $\Delta P_m$  : Amplitude de contrainte équivalente de Tresca en membrane calculée pour un chargement variationnel en pression au cours d'un cycle complet.
- $\Delta P_b$  : Amplitude de contrainte équivalente de Tresca en flexion calculée pour un chargement variationnel en pression au cours d'un cycle complet.

A partir des valeurs de  $\Delta\sigma$  et de  $\Delta P_m + 2/3 \Delta P_b$ , le programme S-fluage détermine le nombre de cycle admissible pour l'équipement.

La note [18], justifie la tenue en fatigue-fluage du bouilleur 4130-20 de R2.

Le nombre de cycles admissibles en pression et en température pour l'équipement est de

- Nadm. = [REDACTED] cycles en fonctionnement normal et
- Nadm. = [REDACTED] cycles en fonctionnement incidentel.

Le suivi en service de l'équipement, par le comptage du nombre de cycles réels en fatigue subis par l'équipement, permet de calculer le taux d'usage de l'équipement. De façon conservative, on ne considèrera dans le calcul du taux d'usage, que le nombre de cycles admissibles en fonctionnement normal.

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

Tant que l'équipement respecte, avec Nr = Nombre de cycles réels subis,  
 $(Nr (T) + Nr (P)) / N_{\text{admissible}} (P, T) < 1,$

le risque de fissuration par fatigue n'est pas à craindre par l'équipement.

- Le 13/03/2018

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé

### 19.1.5 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 [15], 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
	NT	100807	12	0100	B	
AREVA NC						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 conservative, 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 conservative, 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 conservative, confèrera à l'équipement, à la fin de sa durée de fonctionnement prévue, une résistance du même ordre de grandeur que la résistance minimale définie à la conception, dans le respect des marges de sécurité.
- **Niveau 3 :** Equipement présentant des dégradations pour lesquelles l'exploitant ne peut garantir que leur évolution en service, estimée de façon conservative, confèrera à l'équipement une résistance au moins égale à la résistance minimale définie à la conception, dans le respect des marges de sécurité, à la fin de sa durée de fonctionnement prévue. ».

### 9.2.1 Modes de dégradation

Au vu des conditions d'exploitation, les modes de dégradation potentiels (cf. § 9.3.1) retenus pour le bouilleur 4130-20 de l'atelier R2 sont :

- la corrosion par dissolution uniforme et généralisée du fait du contact de la paroi avec une solution d'acide nitrique chaude,
- 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 liés à ces modes de dégradation sont :

- pour la corrosion uniforme et généralisée : la perte d'épaisseur,

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

- pour la fatigue-fluage : le risque de fissuration pour un nombre de cycles de fonctionnement au-delà du nombre admissible en fatigue, en particulier pour les zones les plus sollicitées en fatigue.

L'état réel de l'équipement peut être déterminé par rapport à chacun de ces phénomènes à l'aide des surveillances suivantes :

- pour l'état général de l'équipement : un examen visuel des zones accessibles,
- pour la perte d'épaisseur par corrosion uniforme et généralisée : des mesures de l'épaisseur résiduelle sur des zones accessibles ou sur un équipement témoin,
- pour le risque de fissuration par fatigue-fluage : le suivi de l'historique de fonctionnement pour surveiller que le nombre de cycles subis par l'équipement reste inférieur au nombre de cycle admissible en fatigue sur les zones les plus sollicitées.

L'état actuel du bouilleur 4130-20 de l'atelier R2 est décrit dans les parties suivantes selon ces 3 axes de surveillance.

### 9.2.2 Examen visuel

Lors des observations visuelles réalisées novembre 2015 [13], au regard des contraintes d'accessibilité et des méthodes d'investigation disponibles, les surfaces suivantes ont été inspectées (Figure 10, Figure 11, Figure 12) :

- fond inférieur,
- partie inférieure de la calandre.

Aucune anomalie n'a été constatée.

**E&P**

Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision
NT	100807	12	0100	B

**REF**

**AREVA  
NC**

--

**REF**

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

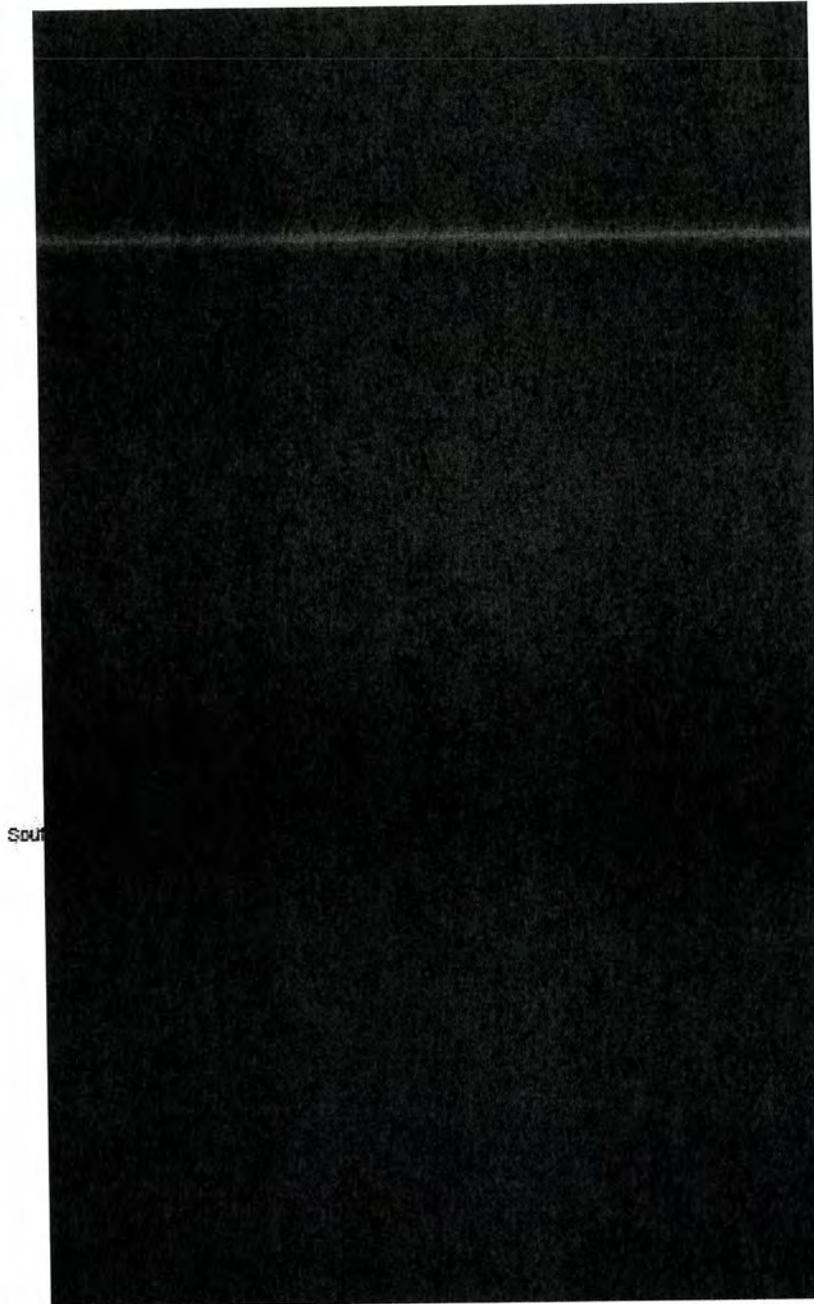


Figure 10 : Zones du bouilleur 4130-20 de R2 accessibles lors de l'investigation visuelle (carré vert)  
[13]

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

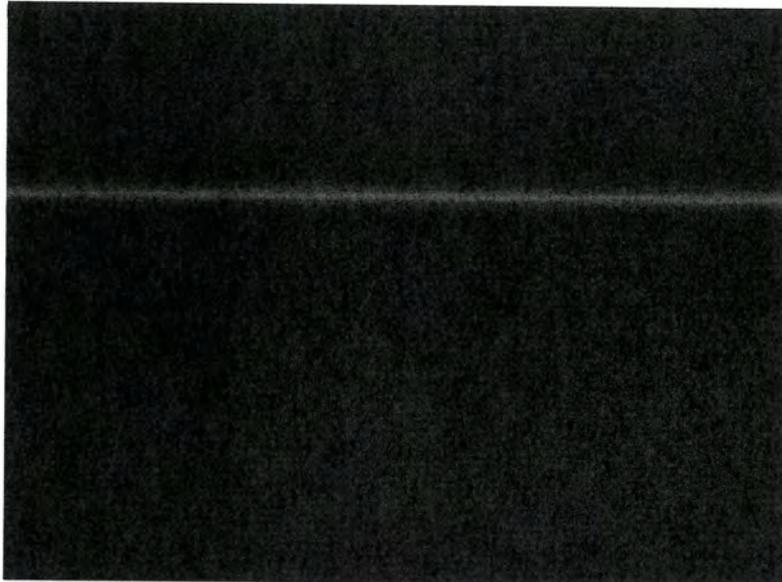


Figure 11 : Photo du fond inférieur du bouilleur 4130-20 de R2 (Novembre 2015) [13]

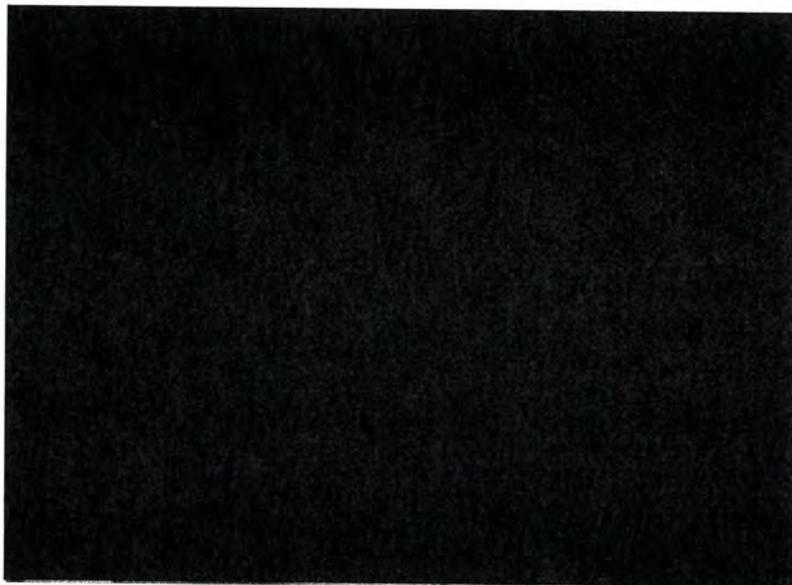


Figure 12 : Photo de la virole inférieure du bouilleur 4130-20 de R2 (Novembre 2015) [13]

## 9.2.3 Mesures d'épaisseur

### 9.2.3.1 Caractérisation théorique idéale

Dans le cas idéal les mesures d'épaisseur sont réalisées dans les Zones Identifiées les plus Sensibles (ZIS) (cf. § 9.3.2.1.1 tableau 6) avec un nombre de points de mesures suffisant.

13/03/2018

### 9.2.3.2 Caractérisation réelle

#### 9.2.3.2.1 Mesures d'épaisseurs sur l'enveloppe externe de l'équipement

L'évaporateur 4130-20 de R2 est situé en zone 4 (cellule [REDACTED]). Le voile de la salle adjacente est muni d'un fourreau d'endoscope. Les mesures d'épaisseur sont réalisées via ces fourreaux à l'aide d'une perche manuelle et d'une sonde ultrason.

Les campagnes de mesures d'épaisseur sur le bouilleur 4130-20 de R2 ont été réalisées en novembre 2015 [19] et en mars 2016 [20]. La localisation des mesures d'épaisseur réalisées lors de ces campagnes est présentée sur la figure 13 et les résultats des mesures d'épaisseur sont présentés dans le tableau 1.

Les épaisseurs mesurées sont comprises dans les tolérances d'approvisionnement.

ID zone	Campagne	Nb pts	Epaisseur nominale mm	Tolérance d'appro. min. mm	Epaisseur moyenne mesurée* mm	Ecart-type mm	Epaisseur min. mesurée mm	Epaisseur justifiée par le calcul mm
A	Novembre 2015	5	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	Mars 2016	10	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
B	Mars 2016	10	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
C	Mars 2016	16	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

**Tableau 1 : Résultats des mesures d'épaisseur sur le bouilleur 4130-20 de R2  
Campagnes novembre 2015 et mars 2016**

\* L'incertitude de mesure est de  $\pm 0,2$  mm.

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

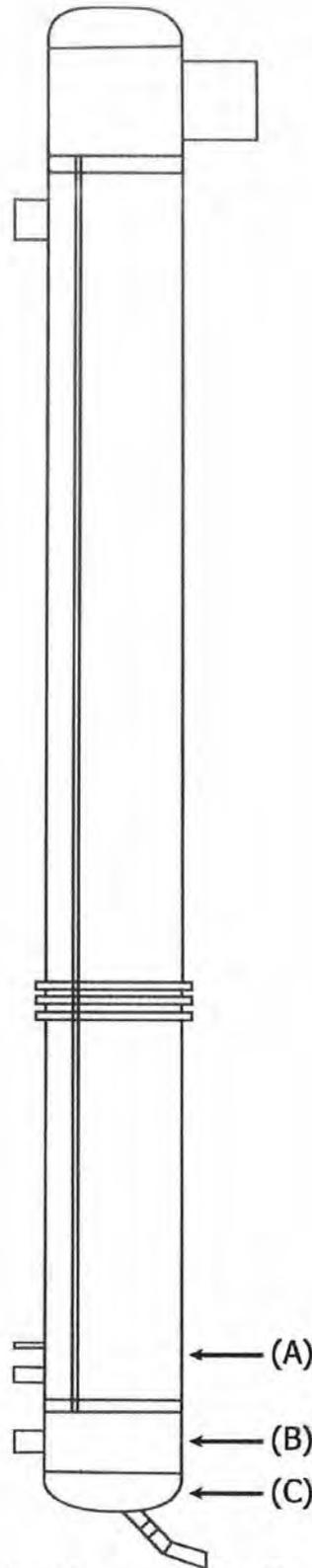


Figure 13 : Zone de mesure – Bouilleur 4130-20 de R2

E&P	Type Doc. NT	Activité 100807	Cat.MT 12	N° Ordre 0100	Révision B	REF
AREVA NC						REF

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

9.2.3.2.2 *Mesure d'épaisseur sur les tubes interne de l'équipement*

Actuellement les débits de doses en cellule, même après rinçages de l'équipement, ne permettent pas la réalisation de mesures d'épaisseur au contact.

9.2.3.2.3 *Conservatismes pour la définition d'une DMF*

Les tubes constituent la zone la plus chaude de l'équipement et sont donc considérés comme la zone sensible (ZIS) aux potentiels phénomènes de corrosion. En l'absence de mesures d'épaisseur sur la ZIS de l'équipement et bien que le phénomène de corrosion ne soit pas redouté (§ 9.3.2.1.3), une estimation très conservatrice d'une DMF de l'évaporateur 4130-20 de l'atelier R2 peut être réalisée en prenant l'hypothèse de la plus grande vitesse de corrosion constatée dans le REX sur la Hague pour un équipement similaire, c'est-à-dire une vitesse de corrosion de [REDACTED] µm/an pour l'évaporateur 4140-31 de l'atelier T2 [21] et § 11.1.3).

A partir de la limite basse de la tolérance d'approvisionnement de [REDACTED] mm en Mai 1994, la perte d'épaisseur de [REDACTED] µm/an engendrerait une épaisseur résiduelle des tubes de [REDACTED] mm en [REDACTED] (valeur limite du calcul).

La justification de l'absence de perte d'épaisseur des tubes du faisceau (ZIS), serait donc à réaliser avant [REDACTED]

9.2.4 **Suivi de l'historique de fonctionnement**

9.2.4.1 *Suivi des cycles en fatigue du bouilleur*

Comme il a été déterminé au §9.1.4, le nombre de cycles admissibles est  $N_{adm} = [REDACTED]$  cycles. Un historique des cycles thermique et pression a été constitué [22].

Le tableau suivant présente la comparaison du nombre de cycles réellement subis par l'équipement avec le nombre de cycles admissibles. A la fin 2015, l'avancement du vieillissement par fatigue a atteint [REDACTED] % du nombre maximal admissible de cycles prévu dans les calculs de dimensionnement.

Nombre de cycles admissibles Pression / Température	Nombre de cycles réels Pression / Température	Critère : $(N_{réel}(T^{\circ}) + N_{réel}(P)) / N_{adm}(P \text{ et } T) < 1$
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

Tableau 2 – Marge fatigue du bouilleur 4130-20 de R2

Au vu des résultats obtenus pour le bouilleur 4130-20 de R2 qui a été mis en service en 1994, le phénomène de fissuration par fatigue n'est pas à craindre pour l'équipement avant la fin de l'exploitation de l'usine, prévu à ce jour en [REDACTED]

Le nombre de cycles de sollicitation de l'équipement est suivi en exploitation, au titre de sa contribution à la surveillance de l'exploitation.

**9.2.4.2 Historique des paramètres de fonctionnement**

Le suivi de l'historique de fonctionnement du bouilleur 4130-20 de R2 est présenté ci-dessous. Les analyses chimiques et les suivis de températures sont retenus pour surveiller les conditions de fonctionnement et assurer la maîtrise de la durée de vie de l'équipement.

**Suivi de l'acidité dans le bouilleur**

Les prises d'échantillons pour le suivi de l'acidité dans le bouilleur 4130-20 de R2 sont réalisées dans la cuve de réception des concentrats 4130-40 de R2. Cette acidité, entre 1997 et 2014, est présentée sur le graphique de la Figure 14.

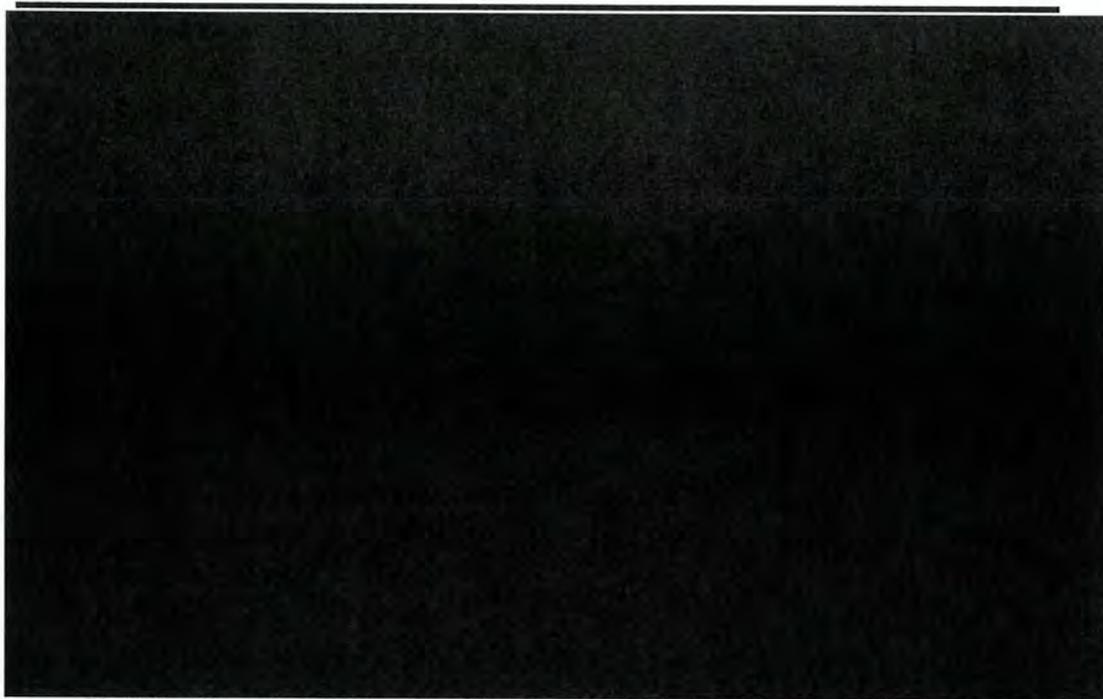


Figure 14 : Suivi de l'acidité dans le bouilleur 4130-20 de R2 [REDACTED]

L'acidité moyenne observée dans le bouilleur 4130-20 de R2 est de [REDACTED] avec un maximum à [REDACTED]. Les variations autour de cette valeur n'ont pas d'impact significatif sur la vitesse de corrosion moyenne. Le bouilleur a fonctionné dans le domaine d'acidité prévu à la conception.

Les valeurs relevées sont encadrées par la valeur limite de [REDACTED] cf. § 9.3.2.1.1)

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

**Suivi des températures de fonctionnement de l'évaporateur**

Le tableau suivant présente les valeurs moyennes et maximales de température de l'évaporateur (liquide) et de la vapeur du caloporteur observées pendant les périodes de fonctionnement de l'évaporateur sur la période 2001-2015:

Température évaporateur (4130 TE 30-1)	Pression caloporteur (4170 PER 60)	Température caloporteur* (4170 PER 60)
T <sub>moy</sub> = [REDACTED] C	P <sub>moy</sub> = [REDACTED] bar	T <sub>moy</sub> = [REDACTED] C
T <sub>max</sub> = [REDACTED] C	P <sub>max</sub> = [REDACTED] bar	T <sub>max</sub> = [REDACTED] C

**Tableau 3 : Suivi températures de l'évaporateur et du caloporteur sur la période 2001-2015**

Nota [REDACTED] bars sur le calo atteint lors d'un démarrage en 2010.

\* : Température déduite de la pression de vapeur saturante.

Les températures maximales du fluide procédé et du caloporteur sont inférieures aux valeurs maximales admissibles.

La température maximale du fluide caloporteur est inférieure à la TS de [REDACTED]. La température maximale du fluide procédé est inférieure à la valeur maximale de service de [REDACTED] C (cf. § 5.2)

**9.2.5 Niveau du facteur état de l'équipement**

Au vu des éléments cités ci-dessus, et bien que le phénomène de perte d'épaisseur ne soit pas redouté pour l'équipement (§ 9.3.2.4) le niveau du facteur état de l'équipement doit être estimé comme étant un facteur de **Niveau 3**, la faisabilité de la réalisation de mesures d'épaisseurs sur les tubes de faisceau (ZIS) n'étant pas encore acquise.

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

### 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
  - Maîtrisées : les conditions d'exploitation sont encadrées par des paramètres de fonctionnement précis et mesurables. Ceux-ci sont maîtrisés et surveillés,
  - Non maîtrisées : 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									
Maitrisée	1	1	2	1	3	3	2	3	3
Non-maitrisée	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 4. Ce tableau 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 bouilleur 4130-20 de R2.

Mode de dégradation	Justification	Mode de dégradation potentiel (Oui / Non)
<b>Viellissement induit par contrainte mécanique à basse température</b>		
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 matériau 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
Fissuration assistée par l'environnement : - Corrosion sous contrainte - Fragilisation par hydrogène - Fatigue-corrosion	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 un équipement en [REDACTED]	Non
<b>Viellissement induit par contrainte mécanique à haute température</b>		
Viellissement 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
<b>Viellissement induit par usure mécanique</b>		
Usure due au frottement entre deux solides : - Par abrasion - Par adhésion - Par fatigue superficielle	L'équipement ne contient pas de pièces mobiles en mouvement relatif les unes par rapport aux autres. Il n'y a pas de solide significatif dans le caloporteur ou dans la solution procédé.	Non

<b>E&amp;P</b>	Type Doc. <b>NT</b>	Activité <b>100807</b>	Cat.MT <b>12</b>	N° Ordre <b>0100</b>	Révision <b>B</b>	<b>REF</b>
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

Usure due au fluide en mouvement : - Erosion - Cavitation	Le caloporteur est de la vapeur. Le dimensionnement du débit suit les règles de conception issues des standards AREVA. Les conditions de fonctionnement ne sont pas réunies pour entraîner ces phénomènes.	Non
Mécanismes couplés : - Tribocorrosion - Erosion-corrosion - Cavitation-corrosion	Les conditions de fonctionnement ne sont pas réunies pour entraîner ces phénomènes.	Non
<b>Vieillessement induit par corrosion à basse température</b>		
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 acide nitrique) 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 : piqûration	- Le fluide procédé n'a pas de caractère piqûrant vis-à-vis du [REDACTED] - Le caloporteur est constitué de vapeur, il n'y a pas de risque de piqûration du [REDACTED] au niveau de la boucle caloporteur.	Non
Corrosion humide : caverneuse	- Le fluide procédé n'est pas de nature à engendrer ne corrosion caverneuse vis-à-vis du [REDACTED] - Le caloporteur est constitué de vapeur, il n'y a pas de risque de corrosion caverneuse du [REDACTED] au niveau de la boucle caloporteur.	Non
Corrosion humide : intergranulaire	- Le [REDACTED] travaille dans son domaine passif. - Le caloporteur est constitué de vapeur, il n'y a pas de 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
<b>Vieillessement induit par corrosion à haute température</b>		
Corrosion à haute température : - Sèche : oxydation - En présence de verre fondu	Les conditions de fonctionnement ne sont pas réunies pour entraîner ces phénomènes.	Non

Vieillesse sous irradiation		
Vieillesse sous flux neutronique : - <i>Altération microstructurale</i> - <i>Déformation</i> - <i>Irradiation-Assisted Stress-Corrosion Cracking</i>	Les études menées en réacteur sur les aciers inoxydables et les alliages en [REDACTED] montrent que ce flux neutronique devient significatif à partir d'environ $10^{21}$ n/cm <sup>2</sup> . Aucun équipement de La Hague ne rencontre ce niveau de flux neutronique.	Non

**Tableau 4 : Liste des modes de dégradation**

Les modes de dégradation retenus pour le bouilleur 4130-20 de R2 sont la fatigue-fluage ainsi que la corrosion par dissolution uniforme et généralisée. Les phénomènes de dégradation potentiels sont précisés dans le Tableau 5.

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

**Tableau 5 : Identification des modes de dégradation du bouilleur 4130-20 de R2**

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

### 9.3.2 Corrosion

#### 9.3.2.1 Détermination de la probabilité d'apparition de la dégradation

##### 9.3.2.1.1 Comportement du matériau face à la corrosion : données expérimentales

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0100	B	
AREVA NC						REF

Le [REDACTED] est sensible à la présence de fluor non complexé. Dans le cas du bouilleur 4130-20 de R2, le risque de corrosion dû à la présence de fluor est négligeable compte tenu du fait que l'essentiel du fluor s'évacue par les distillats. L'évaporateur 4130-20/30 est constitué d'une colonne 4130-30 avec [REDACTED] plateau.

Les zones, en contact avec le fluide procédé, potentiellement soumises à la corrosion sont identifiées dans le Tableau 6 :

Zone	Matière	Environnement	Fonctionnement
Tubes	Tubes sans soudure	Int : effluents acides de moyenne activité Ext : vapeur d'eau et condensats	[REDACTED]
Partie supérieure et inférieure du bouilleur - fond et virole	Tôles – soudures	Int : effluents acides de moyenne activité, gaz et condensats Ext : atmosphère de la cellule	[REDACTED]

Tableau 6 : Sensibilité des zones à la corrosion - Bouilleur 4130-20 de R2

### 9.3.2.1.2 Comportement du matériau face à la corrosion : REX sur équipement similaire

#### 9.3.2.1.2.1 Présentation de la situation du bouilleur 4130-20 de l'atelier R2

L'évaporateur 4130-20 se situe dans l'unité 4130 de l'Atelier R2 ayant pour fonction principale de concentrer et décontaminer les effluents acides actifs provenant des évaporateurs de l'unité 4120 de concentration des produits de fission, de la cuve d'effluents 3008-30, de l'évaporateur de l'Atelier R7 et des stockages de produits de fission (SPF).

L'unité 4130 fonctionne en permanence selon l'un ou l'autre des modes suivants :

- comme évaporateur intermédiaire entre les évaporateurs de l'unité 4120 de concentration des produits de fission et l'unité 4140 de récupération de l'acide tritié pendant les campagnes,
- comme évaporateur autonome durant les intercampagnes pour traiter les effluents produits par les autres Ateliers.

Le bouilleur 4130-20 concentre les effluents acides reçus dans la cuve d'alimentation 4130-10. L'alimentation et la chauffe du bouilleur 4130-20 sont régulées de sorte que l'évaporation s'effectue à niveau et température constants.

Le flux alimentant l'évaporateur est constitué à [REDACTED] des distillats de l'unité de concentration des produits de fission (acide recombéné) et des distillats de l'atelier R7 via la cuve 4120-70 de l'atelier R2, à [REDACTED] du flux Tc en provenance de l'unité 3110 (1CUPu) via l'unité 4120, et de [REDACTED] d'effluents divers (distillats CEB, flux usines transitant par STE3, effluents de surveillance UP2-400 via STE3, Effluents RCD-MAD/DEM, effluents du lavage des gaz SPF 4/5/6).

Le mélange liquide-vapeur obtenu en tête du bouilleur 4130-20 est introduit dans la colonne 4130-30 où les vapeurs sont épurées et condensées. La solution en partie basse de la colonne 30 est

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

recyclée à la base du faisceau tubulaire du bouilleur 20 afin de subir plusieurs cycles de concentration. .

Les distillats sont réceptionnés dans la cuve 4130-50 avant leur transfert vers l'évaporateur 4140-30/31.

Les concentrats sont soutirés à débits constants, refroidis par double-enveloppes puis entreposés dans cuve 4130-40 de réception des concentrats avant transfert vers deux exutoires possibles :

- vers l'unité 4120 (cuve 4120-10) de concentration des PF après dilutions à [REDACTED]
- vers l'unité 3110 (cuve 3110-71 de réception des raffinats du 1CUPu).

La totalité des distillats issus de l'évaporateur 4130-20/30 alimentent l'évaporateur 4140-30/31. Compte-tenu de la sensibilité du [REDACTED] au fluor libre, et sachant que le fluor suit principalement les distillats, la probabilité d'apparition du risque corrosion pour l'évaporateur 4130-20 de l'atelier R2 peut être estimé à partir des inspections réalisées sur le bouilleur 4140-31 de l'atelier R2.

- Comparaison des caractéristiques entre le témoin et le bouilleur 4130-20

Comparaison	Matériau	Acidité moyenne	Température moyenne Procédé	Température moyenne caloporteur
4130-20 de R2	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
4140-31 de R2	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

Les conditions de fonctionnement de 4140-31 de R2 sont plus contraignantes en termes de sensibilité à la corrosion que celles de 4130-20 de R2.

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

#### 9.3.2.1.2.2 Retour d'expérience des inspections sur le témoin 4140-31 de l'atelier R2

- Contrôles sur le bouilleur 4140-31 de R2

L'évaporateur 4140-31 de R2 est situé en zone 4 (cellule [REDACTED]) Le voile de la salle adjacente est muni de fourreaux d'endoscopes. Les mesures d'épaisseur sont réalisées via ces fourreaux à l'aide d'une perche manuelle et d'une sonde ultrason.

Les campagnes de mesures d'épaisseur sur le bouilleur 4140-31 de R2 ont été réalisées en février 2006 [24], en août 2014 [25] et en avril 2016 [29]. La localisation des mesures d'épaisseurs réalisées lors de ces campagnes et les résultats des mesures d'épaisseur sont présentés en Figure 15.

Les épaisseurs mesurées sont comprises dans les tolérances d'approvisionnement et sont supérieures à l'épaisseur nominale.

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

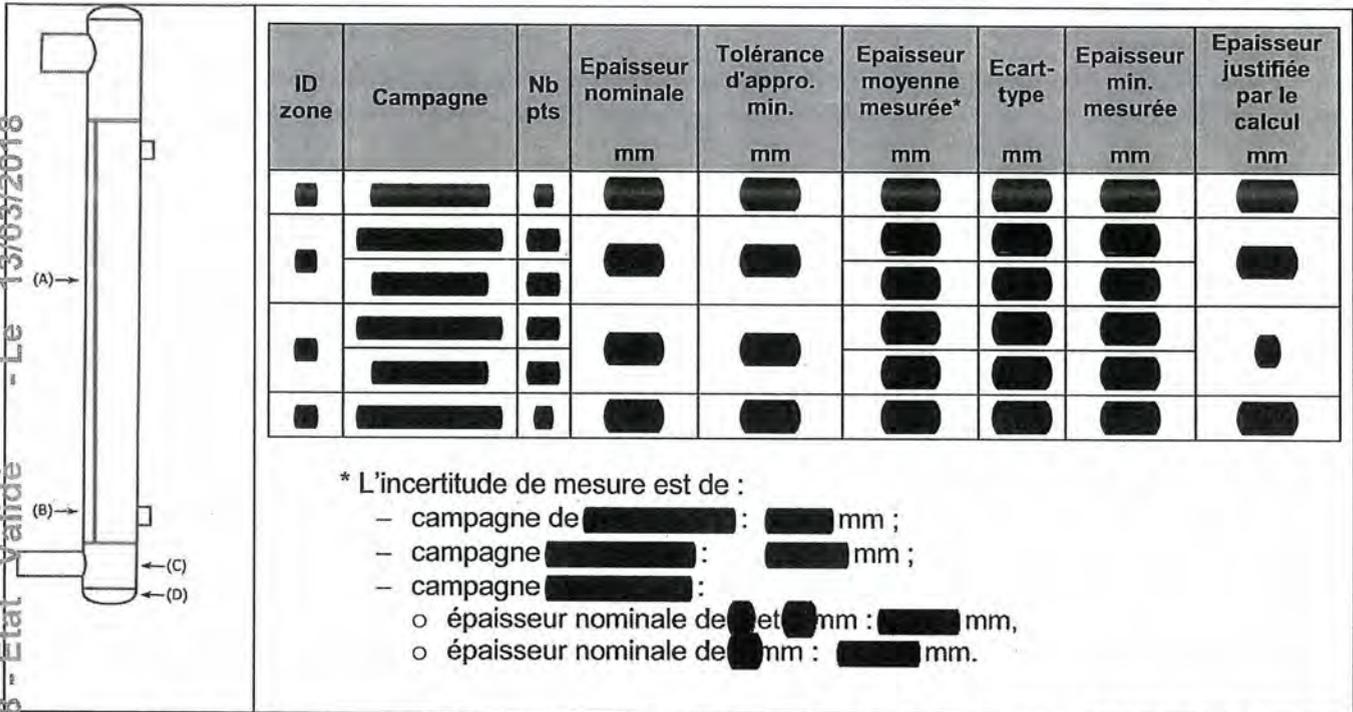


Figure 15 : Cartographie et résultats des mesures d'épaisseurs sur le bouilleur 4140-31 de R2

- Mesure d'épaisseur sur les tubes interne du bouilleur R2 4140-31

Des mesures d'épaisseurs des parois des tubes du faisceau tubulaire ont été réalisées au contact avec la méthode Mexibus (méthode non intrusive qui permet, à l'aide de capteurs ultra-son sur la calandre, de mesurer l'épaisseur des tubes situés en périphérie du bouilleur) en février 2006 [24]. La localisation des mesures est présentée sur les figures 16 et 17, les mesures ont été effectuées en partie basse de ██████ tubes à une altimétrie proche de l'arrivée d'eau surchauffée (cf. Figure 11). Les résultats de ces mesures sont présentés dans le tableau 7. L'épaisseur nominale des tubes est de ██████ mm ██████.

Nota :

Actuellement les débits de doses en cellule, même après rinçages de l'équipement, ne permettent plus la réalisation de mesures d'épaisseur au contact. De fait, l'utilisation de la méthode Mexibus telle que déployée en 2006 est rendue impossible.

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

Zone1		Zone 2		Epaisseur justifiée par le calcul mm
Repère tube	Epaisseur mesurée* mm	Repère tube	Epaisseur mesurée* mm	
A1		A2		-
B1		B2		
C1		C2		
D1		D2		
E1		E2		
F1		F2		
G1		G2		
H1		H2		
I1		I2		
J1		J2		
K1		K2		
L1		L2		
M1		M2		
N1		N2		
O1		O2		
P1				

Tableau 7 : Résultats des mesures d'épaisseurs sur les tubes du bouilleur 4140-31 de R2  
 Campagne février 2006



Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

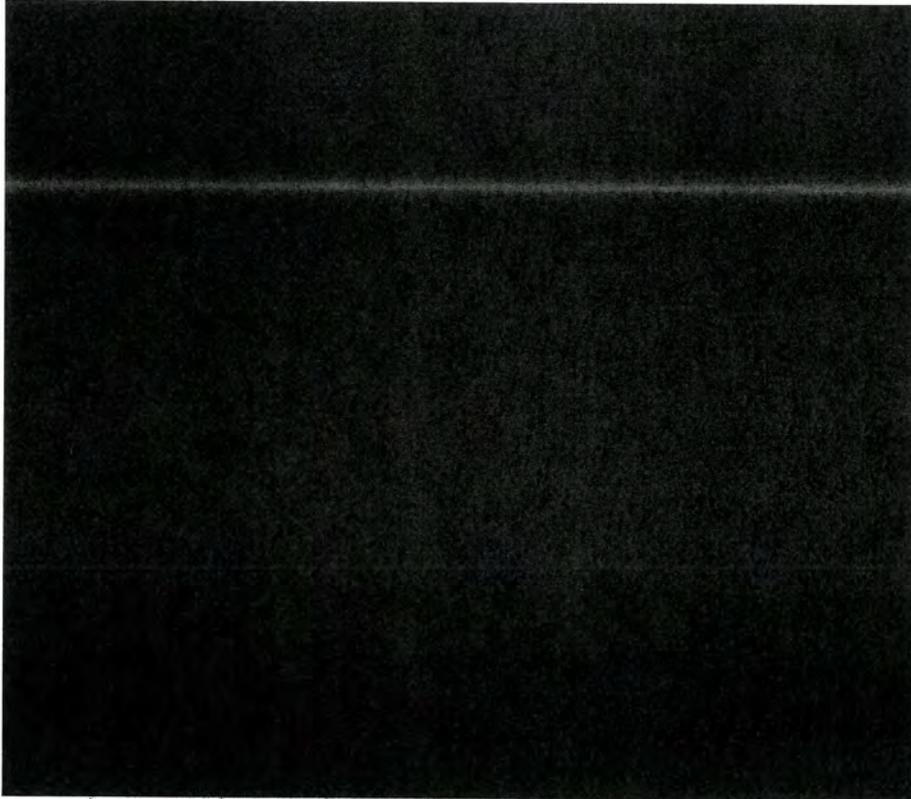


Figure 16 : Localisation de la zone de mesures des tubes (zone bleu hachurée) – Bas du bouilleur 4140-31 de R2

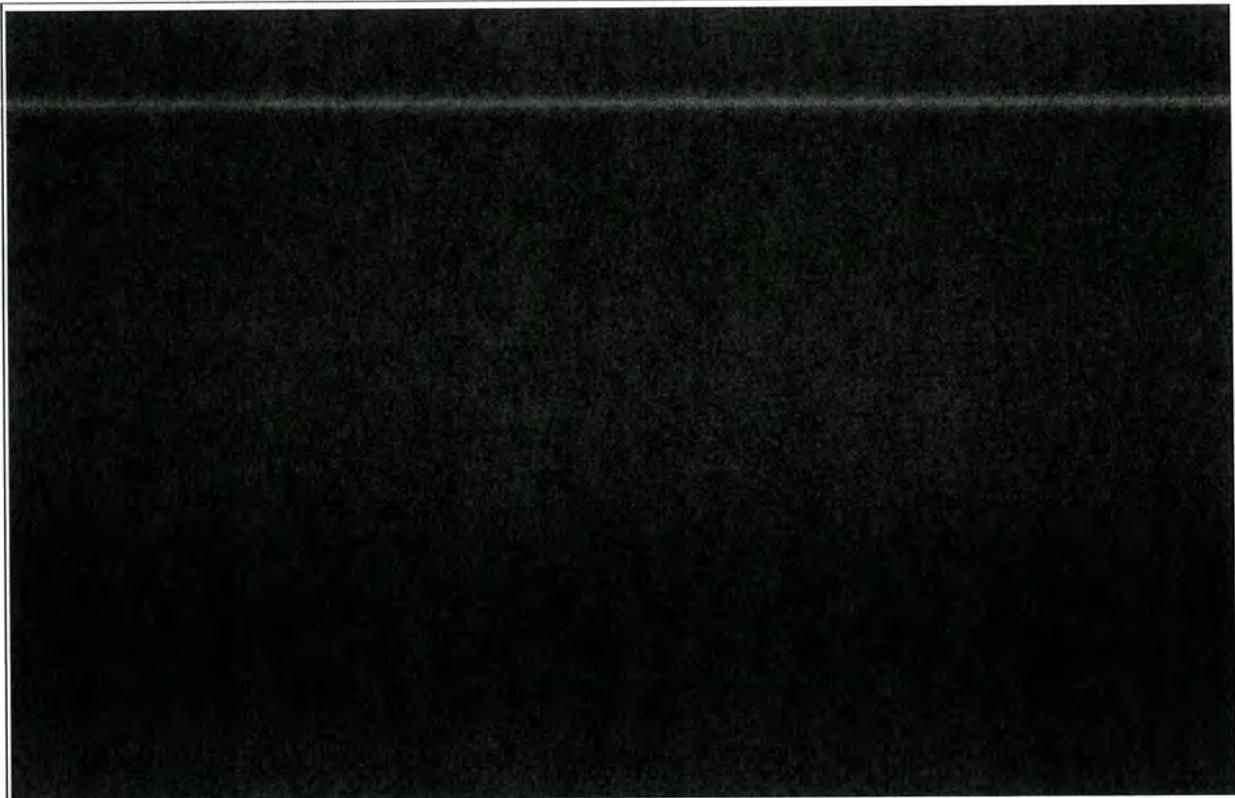


Figure 17 : Repérage des tubes – Bouilleur 4140-31 de R2

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0100	B	
AREVA NC						REF

Les résultats de mesures montrent des valeurs comprises dans les tolérances d'approvisionnement.

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018



**Figure 18 : Evolution de l'épaisseur des tubes du bouilleur 4140-31**

Les résultats des mesures montrent l'absence de perte d'épaisseur sur les tubes du faisceau tubulaire (Figure 17 et Figure 18). Toutes les mesures sont comprises dans les tolérances d'approvisionnement.

Les tubes constituent la zone la plus chaude de l'équipement et sont donc considérés comme la zone sensible (ZIS) aux potentiels phénomènes de corrosion. Cependant, après 12 ans de fonctionnement, les tubes du bouilleur conservent des épaisseurs comprises dans les tolérances de fabrication. On ne constate aucune perte d'épaisseur par corrosion.

**9.3.2.1.2.3 Conclusion :**

L'absence de corrosion constatée sur l'évaporateur 4140- 30/31 permet d'éliminer la présence de fluor libre dans les distillats, on peut donc supposer qu'il n'y a quasiment pas de fluor libre en entrée de l'évaporateur 4130-20/30 et donc considérer que le risque de corrosion de cet équipement est faible.

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	<b>NT</b>	<b>100807</b>	<b>12</b>	<b>0100</b>	<b>B</b>	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

**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 [3], la probabilité d'apparition de la dégradation de type corrosion est considérée comme « **Faible** ».

**9.3.2.2 Détermination de la maîtrise des conditions d'exploitation**

Un suivi en exploitation au niveau du bouilleur 4130-20 de R2 des conditions de température, et de l'acidité, comme précisé au § 9.2.4.2 permet de contrôler le fonctionnement du bouilleur dans les conditions prévues à la conception. Les paramètres suivis sont intégrés au POES de l'équipement [26].

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 8 et intégrées au POES de l'équipement [26].

Exigences opérationnelles	Périodicité
Mesures d'épaisseurs sur zones accessibles (Zones cf. § 9.2.3.2.1)	36 mois
Vérification visuelle partielle de la surface externe du bouilleur [13]	36 mois

**Tableau 8 : Dispositions particulières mises en œuvre pour encadrer la corrosion**

Le visuel partiel de la surface externe du bouilleur (§ 9.2.2) et les mesures d'épaisseurs, explicitées au § 9.2.3.2.1, sur les zones accessibles permettent de confirmer l'absence de dégradation liée à 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.

Les inspections prévues réalisées sur les zones accessibles, ne sont pas réalisées sur l'ensemble des zones potentiellement soumises au risque corrosion (Tableau 6).

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

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

### 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 :

- o Corrosion
  - Probabilité de l'apparition de la dégradation (voir § 9.3.2.1.3) : **Faible**
  - Niveau de maîtrise des conditions d'exploitation (voir § 9.3.2.2) : **Maitrisées**
  - 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									
Maitrisée	1	1	2	1	3	3	2	3	3
Non-maitrisée	1	2	2	2	3	3	3	3	3

Figure 19 – 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 1.**

### 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 bouilleur 4130-20 de l'atelier R2, une note de calcul en fatigue-fluage de l'équipement a été effectuée [18]. Le dimensionnement de l'équipement prend donc en compte ce mode de dégradation. Ainsi, le bouilleur est muni d'un soufflet destiné à éviter les contraintes thermiques dues au gradient entre calandre et faisceau tubulaire.

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** ».

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

### 9.3.3.2 Détermination de la maîtrise des conditions d'exploitation

Un suivi en exploitation au niveau du bouilleur 4130-20 de R2 du paramètre température de l'équipement permet d'encadrer ce mode de dégradation.

Le paramètre suivi est présenté dans le Tableau 9 et intégré au POES de l'équipement [26] :

Identification équipements ou seuil	Type de suivi
Enregistrement de la température dans la phase liquide du bouilleur 4130-20	Relevé valeur

**Tableau 9 : Paramètre suivi pour encadrer la fatigue**

Un historique des cycles thermique et pression a été constitué [22].

L'exploitation de cet historique permet de conforter les marges restantes pour l'exploitation du bouilleur 4130-20 de R2 (voir § 9.2.4.1).

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

### 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 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.

Les dispositions particulières mises en œuvre sont présentées dans le Tableau 10 et intégrées au POES de l'équipement [26].

Exigences opérationnelles	Périodicité
Vérification visuelle partielle de la surface externe du bouilleur [13]	36 mois
Bilan des cycles réels en pression et en température [22]	12 mois

**Tableau 10 : Dispositions particulières mises en œuvre pour encadrer la fatigue**

Les conditions de température sont déjà suivies et analysées (voir § 9.2.4.2). 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 partiel de la surface externe du bouilleur 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 [3] aux Equipements Sous Pression Nucléaire » [2], l'adéquation des inspections à ce type de dégradation est évaluée comme étant « **Pas totalement adéquate** ».

13/03/2018

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le

#### 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) : **Pas totalement adéquate**

Probabilité d'apparition de 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

Figure 20 – Matrice de niveau du facteur fatigue

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

- Fatigue-fluage : **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 bouilleur 4130-20 de R2, on a :

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

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

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

## 10 JUSTIFICATION D'UN NIVEAU EQUIVALENT DE SECURITE

L'analyse de l'équivalence du niveau de sécurité par rapport à celui qui serait établi par application des mesures réglementaires ESPN peut être réalisée sur la base d'une méthode générique telle que la méthode de cotation en annexe du courrier COR ARV 3SE INS 13-003 du groupe inter-exploitant [27].

Cependant, l'applicabilité de cette méthodologie dépend du niveau de sécurité retenu (voir § 9.4) pour l'ESPN. Dans le cas du bouilleur 4130-20 de l'atelier R2, le niveau de sécurité retenu présente un risque de défaillance fort du fait de l'évaluation du facteur état pour lequel l'équipement présente des dégradations potentielles 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.

Cette évaluation s'explique par l'absence de contrôle direct sur la zone la plus sensible de l'équipement.

Le tableau suivant permet de présenter une étude de vulnérabilité du bouilleur 4130-20 de l'atelier R2.

Endommagement	Phénomène de dégradation	Mesures prises en conception	Marges vis-à-vis de l'endommagement	Suivi et inspection en service renforcé
Corrosion	Perte d'épaisseur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Choix d'une nuance de matériau adaptée</li> <li>- Note de calcul statique</li> <li>- Prise en compte d'une épaisseur consommable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Essais corrosion dans un milieu représentatif</li> <li>- [REDACTED] donnent une vitesse de corrosion inférieure à [REDACTED]</li> <li>- DMF estimée = [REDACTED]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mesures d'épaisseurs sur l'équipement</li> <li>- Test en pression annuel</li> <li>- Suivi des conditions de fonctionnement (température)</li> </ul>
Fatigue	Fissuration	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Note de calcul en fatigue</li> <li>- Contrôle des soudures</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Détermination d'une marge à la fatigue vis-à-vis du nombre de cycles admissibles en température et en pression pour l'équipement</li> <li>- DMF estimée [REDACTED]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bilan du nombre de cycles réels en température et en pression subis par l'équipement</li> <li>- Visuel partiel</li> <li>- Test en pression annuel</li> </ul>

Edition GEIDE du 27/06/2010 - Etat Validé - Le 13/03/2018



E&P

Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision
NT	100807	12	0100	B

REF

AREVA  
NC

[Redacted]

REF

## 11 EVALUATION DES CONSEQUENCES DE LA DEFAILLANCE DE L'ESPN

Les conséquences de la défaillance du bouilleur 4130-20 de R2 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 :

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

### 11.1 RETOUR D'EXPERIENCE (REX) CONCERNANT LA DETECTION DES SCENARIOS ESPN

Plusieurs évènements intéressant la sûreté sur des évaporateurs de type thermosiphon se sont produits.

Le REX de ces événements permet de mettre en évidence d'une part que la surveillance et les contrôles permettent de détecter ces situations et d'autres part l'absence de conséquences pour le personnel, le public et l'environnement.

Les équipements et les installations sont toujours restés dans un état sûr.

Le REX concerne :

N°	Atelier	Equipement	Année	Document	Titre
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

Edition SEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018



E&P

Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision
NT	100807	12	0100	B

REF

AREVA  
NC

REF

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]



E&P

Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision
NT	100807	12	0100	B

REF

AREVA  
NC

REF

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

[REDACTED]

E&P	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	REF
	NT	100807	12	0100	B	
AREVA NC						REF

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

[REDACTED]

**11.2 RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DE L'ESPN**

Classement de l'ESPN

Le bouilleur de rectification des distillats 4130-20 de R2 est un ESPN de niveau N2 et de catégorie IV. Le classement retenu est justifié dans l'analyse de sûreté [5] 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 :

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

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	<b>NT</b>	<b>100807</b>	<b>12</b>	<b>0100</b>	<b>B</b>	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

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.

### 11.3 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 scénarii du document de référence [5].

4 scénarii ont été étudiés :

- Fuite du circuit caloporteur dans la cellule,
- Fuite du circuit caloporteur dans le compartiment procédé,
- Perte de confinement du compartiment procédé,
- Perte concomitante des compartiments procédé et caloporteur.

Le document [5] présente l'impact sur les travailleurs pour les 4 scénarii comme suit :

Scénario 1 :

La présence de personnel en cellule [REDACTED] est exclue (la zone 4 n'est pas accessible), aucune conséquence sur le personnel n'est à envisager, y compris dans les locaux adjacents de la zone 3.

Scénario 2 :

La présence de personnel en cellule [REDACTED] est exclue.

En l'absence de surpression notable remettant en cause l'intégrité du bouilleur 4130-20, la défaillance est donc sans conséquence directe sur le personnel pouvant être présent dans les locaux adjacents.

Une contamination du circuit caloporteur et le risque résultant d'une 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.

Scénario 3 :

La présence de personnel en cellule [REDACTED] est exclue.

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

Le DED majorant dans le local des filtres du DNF est estimé à [REDACTED]  $\mu\text{Sv.h}^{-1}$ , et celui au voisinage des conduits de ventilation est estimé à [REDACTED]  $\mu\text{Sv.h}^{-1}$ .

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

De façon plus générale, les différents dispositifs de détection radiologique (CRP) des locaux accessibles de l'atelier R2 permettent l'évacuation rapide du personnel présent 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.

Pour le scénario 4, le DED majorant à proximité des caissons filtres est estimé à [REDACTED]  $\mu\text{Sv.h}^{-1}$ , celui à proximité d'un conduit de ventilation à [REDACTED]  $\mu\text{Sv.h}^{-1}$ .

Le DED maximal à 1 mètre en cas de remontée de fluide radioactif dans les tuyauteries plongeantes cheminant en zone 3 est estimé à [REDACTED]  $\text{mSv.h}^{-1}$ .

Les dispositions prises par l'exploitant et le service de radioprotection pour limiter l'accès aux locaux présentant un risque radiologique (contamination ou exposition) 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 R2 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.

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

## 11.4 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 scénarii 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 scénarii hautement pénalisants sont les scénarii 3 et 4.

- o Perte de confinement du compartiment procédé,
- o Perte concomitante des compartiments procédé et caloporteur.

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.

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

L'impact maximal serait de [REDACTED] µSv (pour un 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 de [REDACTED] µSv (pour un nourrisson à Digulleville).

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

## 12 DISPOSITIONS PARTICULIERES MISES EN ŒUVRE EN FONCTION DES MODES DE DEGRADATION

Le tableau ci-dessous est un récapitulatif permettant de comparer l'ensemble des gestes réglementaires par rapport aux différents gestes compensatoires et dispositions préventives prévus pour un ESPN.

Inspection réglementaire			Faisabilité (oui/non/partielle)
Type de suivi	Réglementation	Périodicité	
Inspection périodique	Vérification intérieure et extérieure de l'équipement Arrêté [2]- Annexe 5 - § 3	40 mois [2]	Partielle (S = surface visible, visuel externe 10% < S < 20% de la surface de l'ESPN)
	Vérification de l'adéquation documentaire Arrêté [2]- Annexe 6 - § 2	60 mois [2]	Oui
	Vérification intérieure et extérieure de l'équipement Arrêté [2]- Annexe 6 - § 2	60 mois [2]	Partielle (S = surface visible, visuel externe 10% < S < 20% de la surface de l'ESPN)
Requalification périodique	Epreuve Hydraulique Arrêté [2]- Annexe 6 - § 2	60 mois [2]	Oui

Tableau 12 : Faisabilité des dispositions réglementaires sur l'équipement 4130-20 de R2

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

### 13 PERIMETRE DE LA DEMANDE 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 [2], les dispositions particulières envisagées, objet d'une demande d'aménagement, en application de l'article 1 du décret [1], sont résumées dans le tableau suivant avec leur périodicité respective de mise en œuvre :

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

Dispositions particulières		Périodicité proposée
<b>Gestes compensatoires à l'inspection périodique</b>	Vérification visuelle extérieure partielle de l'équipement	36 mois (S = surface visible, visuel externe 10% < S < 20% de la surface de l'ESPN) [28]
	Mesures d'épaisseur sur zones accessibles (cf. figure 28)	36 mois [28]
	Epreuve hydraulique de la partie caloporteur en présence d'un organisme habilité à 1,2 PS (avec absence de visuel)	12 mois *
	Bilan des cycles réels en température et pression	12 mois [28]
	Analyse du bilan du suivi des caractéristiques physico-chimiques du liquide procédé (acidité)	12 mois [28]
<b>Requalification périodique</b>	Vérification de l'adéquation documentaire Arrêté [2]- Annexe 6 - § 2	60 mois [28]
	Vérification visuelle extérieure partielle de l'équipement	60 mois (S = surface visible, visuel externe 10% < S < 20% de la surface de l'ESPN) [28]
	Epreuve Hydraulique Arrêté [2]- Annexe 6 - § 2	60 mois [28]

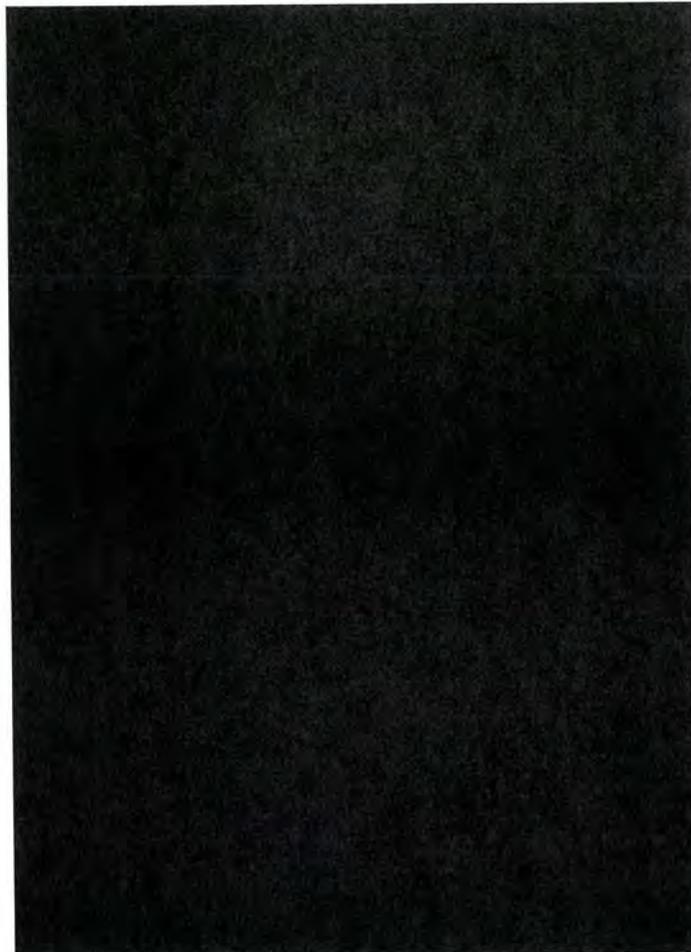
(\*) L'opération est réalisée annuellement ; l'intervalle entre deux opérations consécutives ne peut excéder 15 mois

**Tableau 13 : dispositions particulières pour l'équipement 4130-20 de R2**

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.	Activité	Cat.MT	N° Ordre	Révision	<b>REF</b>
	NT	100807	12	0100	B	
<b>AREVA NC</b>						<b>REF</b>

Définition des zones mesurées au titre de la maîtrise du risque corrosion :

Zone mesurée	Périodicité
<b>Partie inférieure du bouilleur</b> - fond et virole (C et D)	36 mois
<b>Calandre du bouilleur</b> - partie inférieure (B)	36 mois



**Figure 21 – Zones mesurées dans le cadre du POES**

L'intégration de ces dispositions dans le POES sera révisée selon les compléments et validation apportées par l'obtention de la dérogation. Seront intégrées au POES les mesures des tubes du faisceau par la méthode MEXIBUS, avec une périodicité adaptée, sous réserve de leur faisabilité.

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

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé - Le 13/03/2018

<b>E&amp;P</b>	Type Doc.    Activité    Cat.MT    N° Ordre    Révision	<b>REF</b>
	<b>NT    100807    12    0100    B</b>	
<b>AREVA NC</b>		<b>REF</b>

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

Ce procès-verbal atteste que les opérations de requalification périodique mentionnées dans cette présente note ont bien été réalisées. Le procès-verbal est accompagné des comptes rendus détaillés des opérations effectuées dans le cadre de cette inspection. Ce procès-verbal ainsi que les documents associés seront 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.

- Le 13/03/2018

Edition GEIDE du 27/06/2018 - Etat Validé



