

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 DOUBLE
ENVELOPPE SUR TUYAUTERIE 4620-402 DE L'ATELIER T3**

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 PROJETS | 08/01/2018 |
| Vérificateur | ██████████ | DT_PRO | 09/01/2018 |
| Approbateur | ██████████ | DUOT_T3 | 09/01/2018 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

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



5 janvier 2018

NOTE TECHNIQUE

JUSTIFICATION DE LA DEMANDE D'AMENAGEMENT DES REGLES DE SUIVI EN SERVICE DU DECRET 2015-799 DOUBLE ENVELOPPE SUR TUYAUTERIE 4620-402 de l'Atelier T3

| CARACTERISANTS AP | |
|-------------------------------|----------|
| UNITE CHAINE | 4620 |
| REPERE EQUIPEMENT | 402 |
| BATIMENT BLOC | T3 |
| NIVEAU | ████████ |
| SALLE | ████████ |
| SECTEUR (site) | UP3 |
| AIRE (site) | / |
| CODE ARTICLE | / |
| CMT (3 num) | 120 |
| CARACTERISANTS AREVA NC HAGUE | |
| TYPE DOC | NT |
| AUTRE | / |
| GROUPE | AP |
| FAMILLE | |
| SPEC.TECH. | AP |

| Rév. | Rédaction | Vérification | Approbation |
|------|----------------------|----------------------|---|
| C | ████████████████████ | ████████████████████ | ██████████ <div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-top: 5px;"> ██████████ ████████████████████ ████████████████████ ██████████ </div> |

HISTORIQUE DES REVISIONS

| Rév. | Date, N° de contrôle, Signataire et repérages des paragraphes modifiés |
|----------|--|
| A | Approbation le [REDACTED] N° de contrôle : 000..... Rédacteur : [REDACTED] Vérificateur : [REDACTED] Approbateur : [REDACTED] |
| B | Approbation le [REDACTED] N° de contrôle : 000..... Rédacteur [REDACTED] Vérificateur [REDACTED] Approbateur : [REDACTED] |
| C | Rédacteur [REDACTED] Vérificateur [REDACTED] Approbateur : [REDACTED] |

| | | |
|---------------------|---|------------|
| AP | Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision NT 100807 12 0122 C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | REF |

SOMMAIRE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | DOCUMENTS DE REFERENCE | 5 |
| 2 | OBJET DU DOCUMENT ET CHAMP D'APPLICATION | 6 |
| 3 | OBJET DE LA REVISION | 7 |
| 4 | SIGLES ET ABREVIATIONS | 7 |
| 5 | DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DE LA DOUBLE ENVELOPPE ESPN SUR TUYAUTERIE | 8 |
| 5.1 | PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT | 8 |
| 5.2 | CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DU COMPARTIMENT PROCÉDE | 11 |
| 5.3 | CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DU COMPARTIMENT CALOPORTEUR | 11 |
| 6 | CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES..... | 12 |
| 7 | EXIGENCES REGLEMENTAIRES..... | 14 |
| 7.1 | APPLICABLES LORS DE SA FABRICATION | 14 |
| 7.2 | APPLICABLES A L'ESPN..... | 15 |
| 7.2.1 | Classement de l'équipement..... | 15 |
| 7.2.2 | Inspection périodique..... | 15 |
| 7.2.3 | Requalification périodique..... | 16 |
| 7.2.4 | Réparation/ modification notable d'un ESPN..... | 16 |
| 8 | OBSTACLES A LA MISE EN ŒUVRE DES ACTIONS REGLEMENTAIRES..... | 17 |
| 8.1 | ENVIRONNEMENT DE L'ESPN..... | 17 |
| 8.2 | ACCESSIBILITE A L'EQUIPEMENT | 18 |
| 8.3 | EXAMEN VISUEL..... | 20 |
| 8.4 | MISE EN PRESSION (EPREUVE HYDRAULIQUE) | 21 |
| 8.4.1 | Compartiment nucléaire..... | 21 |
| 8.4.2 | Compartiment sous pression | 21 |
| 8.5 | PERIMETRE DE LA DEMANDE D'AMENAGEMENT | 21 |
| 9 | ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE LA DEFAILLANCE | 22 |
| 9.1 | DETERMINATION DU FACTEUR FABRICATION | 22 |
| 9.1.1 | Dossier descriptif | 22 |
| 9.1.2 | Matériau | 22 |
| 9.1.3 | Présentation du dossier de calcul..... | 23 |
| 9.1.4 | Dossier d'origine | 23 |
| 9.1.5 | Note de calcul statique..... | 24 |
| 9.1.6 | Note de calcul en fatigue | 26 |
| 9.1.7 | Niveau du facteur de fabrication de l'équipement..... | 28 |
| 9.2 | DETERMINATION DU FACTEUR ETAT | 28 |
| 9.2.1 | Modes de dégradation | 28 |
| 9.2.2 | Examen visuel..... | 29 |
| 9.2.3 | Mesures d'épaisseur..... | 32 |
| 9.2.3.1 | Estimation de l'évolution de la corrosion | 32 |
| 9.2.3.1.1 | Démarche | 32 |
| 9.2.3.1.2 | Epaisseur de conception..... | 34 |
| 9.2.3.1.3 | Vitesse de perte d'épaisseur..... | 34 |
| 9.2.4 | Suivi de l'historique de fonctionnement | 38 |
| 9.2.4.1 | Suivi des cycles en fatigue | 38 |
| 9.2.4.2 | Suivi des températures et pression de fonctionnement..... | 39 |
| 9.2.4.3 | Suivi analytique de la solution procédé | 39 |
| 9.2.5 | Niveau du facteur état de l'équipement | 39 |

| | | |
|---------------------|---|------------|
| AP | Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision NT 100807 12 0122 C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | REF |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 9.3 | DETERMINATION DU FACTEUR DEGRADATION | 40 |
| 9.3.1 | <i>Sensibilité de l'équipement face aux dégradations potentielles</i> | <i>41</i> |
| 9.3.2 | <i>Corrosion uniforme et généralisée.....</i> | <i>43</i> |
| 9.3.2.1 | Détermination de la probabilité d'apparition de la dégradation..... | 43 |
| 9.3.2.1.1 | Comportement du matériau face à la corrosion : données expérimentales | 43 |
| 9.3.2.1.2 | Comportement du matériau face à la corrosion : REX sur équipements similaires..... | 44 |
| 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-fluage</i> | <i>50</i> |
| 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> | <i>52</i> |
| 9.4 | DETERMINATION DU NIVEAU DE SECURITE DE L'ESPN | 53 |
| 10 | JUSTIFICATION D'UN NIVEAU EQUIVALENT DE SECURITE | 54 |
| 11 | EVALUATION DES CONSEQUENCES DE LA DEFAILLANCE DE L'ESPN..... | 55 |
| 11.1 | RETOUR D'EXPERIENCE (REX)..... | 55 |
| 11.2 | RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DE L'ESPN..... | 55 |
| 11.3 | CONSEQUENCES SUR LE PERSONNEL..... | 56 |
| 11.4 | CONSEQUENCES SUR L'ENVIRONNEMENT | 57 |
| 12 | DISPOSITIONS PARTICULIERES MISES EN ŒUVRE EN FONCTION DES MODES DE DEGRADATION | 58 |
| 13 | PERIMETRE DE LA DEMANDE D'AMENAGEMENT POUR LE SUIVI EN SERVICE ET POUR LA VERIFICATION FINALE DE LA MODIFICATION NOTABLE | 59 |

| | | |
|---------------------|---|------------|
| AP | Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision NT 100807 12 0122 C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | REF |

1 DOCUMENTS DE REFERENCE

- [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] Annexe 1 du courrier COR ARV 3SE INS 13-003 : Guide inter-exploitant des conditions particulières d'application du Titre III du décret 99.1046 aux équipements relevant des annexes 5 et 6 de l'arrêté du 12 décembre 2005..
- [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] 2014-7207 : Justification du classement de la double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de l'atelier T3 en « ESPN de Niveau 3 » selon l'arrêté du 12 décembre 2005..
- [6] 1990-54543 plans isométriques et nomenclature matériel (page 4237 - iso de la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3).
- [7] Décret n°99-1046 du 13 décembre 1999 relatif aux équipements sous pression.
- [8] Arrêté du 21 décembre 1999 relatif à la classification et à l'évaluation de la conformité des équipements sous pression.
- [9] Arrêté du 15 mars 2000 relatif à l'exploitation des équipements sous pression.
- [10] Arrêté du 30 décembre 2015 relatif aux Equipements Sous Pression Nucléaires..
- [11] CODEP – DEP – 2013 – 034129 : Conditions particulières d'application du Titre III du décret 99 – 1046 aux Equipements Sous Pression Nucléaire..
- [12] Fiche COLEN n°24 : Vérification intérieure des équipements..
- [13] CODEP – DEP – 2013 – 066339 : Transmission de dossiers de demandes d'octroi de conditions particulières d'application du titre III du décret 99.1046 à des équipements sous pression nucléaires.
- [14] 2017-74097 Rapport APAVE contrôle inspection visuelle de la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3.
- [15] 2017-17668 Fiche de contrôle test en pression T3 4620-402 du 25/10/2016.
- [16] 2014-11667 Dossier descriptif de l'ESPN double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de l'atelier T3.
- [17] 1990-115186 : ref. initiale ST 1700 30 002 SPECIFICATION TECHNIQUE DE TUYAUTERIE ET DE ROBINETTERIE.
- [18] NT 100807 12 0229 : Note Technique – préchauffeur 4620-402 de l'atelier T3 - Analyse statique et analyse en fatigue.
- [19] 2014-36993 : Principes de détermination de la durée de vie des équipements ESPN.
- [20] 2016-23866 - Examen conformité vieillissement zone 4 – Prestation de mesures d'épaisseurs par ultrasons sur équipement – Cellule ██████ de l'atelier T3.
- [21] 2017-59902 :ref. initiale 100807 00 0127 Comptage des cycles de fatigue pour la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3.
- [22] 2015-47979 Examen de conformité vieillissement zone 4 - prestation de mesures d'épaisseurs par ultrasons sur équipement - cellule ██████ de l'atelier R2.
- [23] 2016-22959 Projet ESPN Examen de conformité vieillissement - prestations de mesures d'épaisseurs par ultrasons sur équipement cellule ██████ de l'atelier R2 - Evaporateur 4620-41.
- [24] 2016-27711 Examen de conformité vieillissement zone 4 - prestations de mesures d'épaisseurs par ultrasons sur équipements cellule ██████ de l'atelier R2 - Bouilleur 4620-51.
- [25] 2014-1537 : Programme des Opérations d'Entretien et de Surveillance (POES) – Double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3.

| | | |
|-------------|---|-----|
| AP | Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision NT 100807 12 0122 C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | REF |

2 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, la double enveloppe réchauffeur 4620-402 de l'atelier T3 est soumise à ces dispositions réglementaires de suivi en service.

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

Par ailleurs, l'analyse des conditions de fonctionnement réelles d'exploitation de la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3 a permis de mettre en évidence que sa pression de fonctionnement est en deçà de █ bars pour une pression maximale admissible à ce jour de █ bars.

La vapeur de chauffage des appareils de l'unité 4660 est produite dans le vaporiseur électrique 4660-10 à la pression de █ bar effectifs (b.e) (et une pression de tarage de soupape de █ b.e). Cette vapeur est ensuite distribuée vers 4 ensembles de détente, correspondant aux appareils de l'unité 4620.

Après détente à la pression correspondant à la puissance de chauffe requise, la vapeur est directement dirigée vers l'appareil procédé :

- détente à █ b.e. vers 4620-40 via le dévésiculateur 4660-11 ;
- détente à █ b.e. vers 4620-41 via le dévésiculateur 4660-12 ;
- détente à █ b.e. vers 4620-402 via le dévésiculateur 4660-13 ;
- détente à █ b.e. vers 4620-51 via le dévésiculateur 4660-14

A la sortie des appareils, les condensats sont purgés et envoyés gravitairement vers la bêche atmosphérique 4660-20. Ils sont ensuite recyclés par pompe (4660-201/202) vers le vaporiseur 10 de façon à contenir un niveau constant dans ce dernier.

La soupape permettant de s'assurer du non dépassement de la pression maximale admissible est située sur le vaporiseur 4660-10. Le tarage de la soupape ne peut donc être modifié sans que cela ne puisse impacter directement la puissance de chauffe des autres équipements procédé de l'unité.

Une modification consistant à positionner une soupape sur le réseau vapeur au plus près de la double enveloppe 4620-402, après le pot de détente 4660-13 permettrait ainsi d'abaisser la PS de l'équipement au environ de █ bars (en dessous de █ bars). Cette diminution de PS conduirait à classer l'ESPN en catégorie 1, il ne serait donc plus soumis aux annexes 5 et 6 de l'arrêté du 12/12/2005 [2].

Pour encadrer cette modification notable, l'OHA mandaté devra procéder à une vérification finale consistant notamment à un visuel complet de l'équipement. Toutefois, pour les mêmes raisons qui ont été évoquées ci-dessus, cette vérification ne pourra se faire conformément au 4.2 de l'annexe 5 de l'arrêté ESPN du 12/12/2005 [2].

| | | |
|---------------------|---|------------|
| AP | Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision NT 100807 12 0122 C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | REF |

En conséquence, l'impossibilité de réaliser la totalité des gestes réglementaires en raison de l'accessibilité difficile de l'ESPN 4620-402 de l'atelier T3, motive notre demande d'aménagement des dispositions des points 3 et 4.2 de l'annexe 5 ainsi que de l'annexe 6 de l'arrêté ESPN [2].

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 2015-799 [1].

3 OBJET DE LA REVISION

L'objet de cette révision est :

- la prise en compte des demandes complémentaires formulées dans le courrier [4] .
- la prise en compte des réponses formulées dans le courrier réf : 2017-75219.

4 SIGLES ET ABREVIATIONS

| | |
|------|--|
| CRP | Contrôle de RadioProtection |
| DE | Double-Enveloppe |
| DED | Débit d'Equivalent de Dose |
| DEX | Dossier d'Exploitation |
| DNF | Dernier Niveau de Filtration |
| ESPN | Equipements Sous Pression Nucléaire |
| INB | Installation Nucléaire de Base |
| OHA | Organisme Habilité Agréé au titre de l'arrêté « ESPN » du 12/12/2005 par l'ASN |
| POES | Programme d'Opération, d'Entretien et de Surveillance |
| PS | Pression Maximale Admissible |
| RPS | Rapport Provisoire de Sûreté |
| VA | Vapeur d'eau |

| | | | | | | |
|-------------|------------|----------|--------|----------|----------|----------------|
| | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | |
| AP | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | | REF |

5 DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DE LA DOUBLE ENVELOPPE ESPN SUR TUYAUTERIE

5.1 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

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

La double enveloppe sur tuyauterie est constituée de deux compartiments indissociables (Figure 1) :

- un compartiment procédé (tube) en dépression contenant les effluents organiques à réchauffer ayant une activité comprise entre 370 MBq et 370 Gbq,
- un compartiment sous pression (double enveloppe) contenant le fluide caloporteur (vapeur) sans activité radiologique.

D.E. Réchauffeur 4620-402 atelier T3

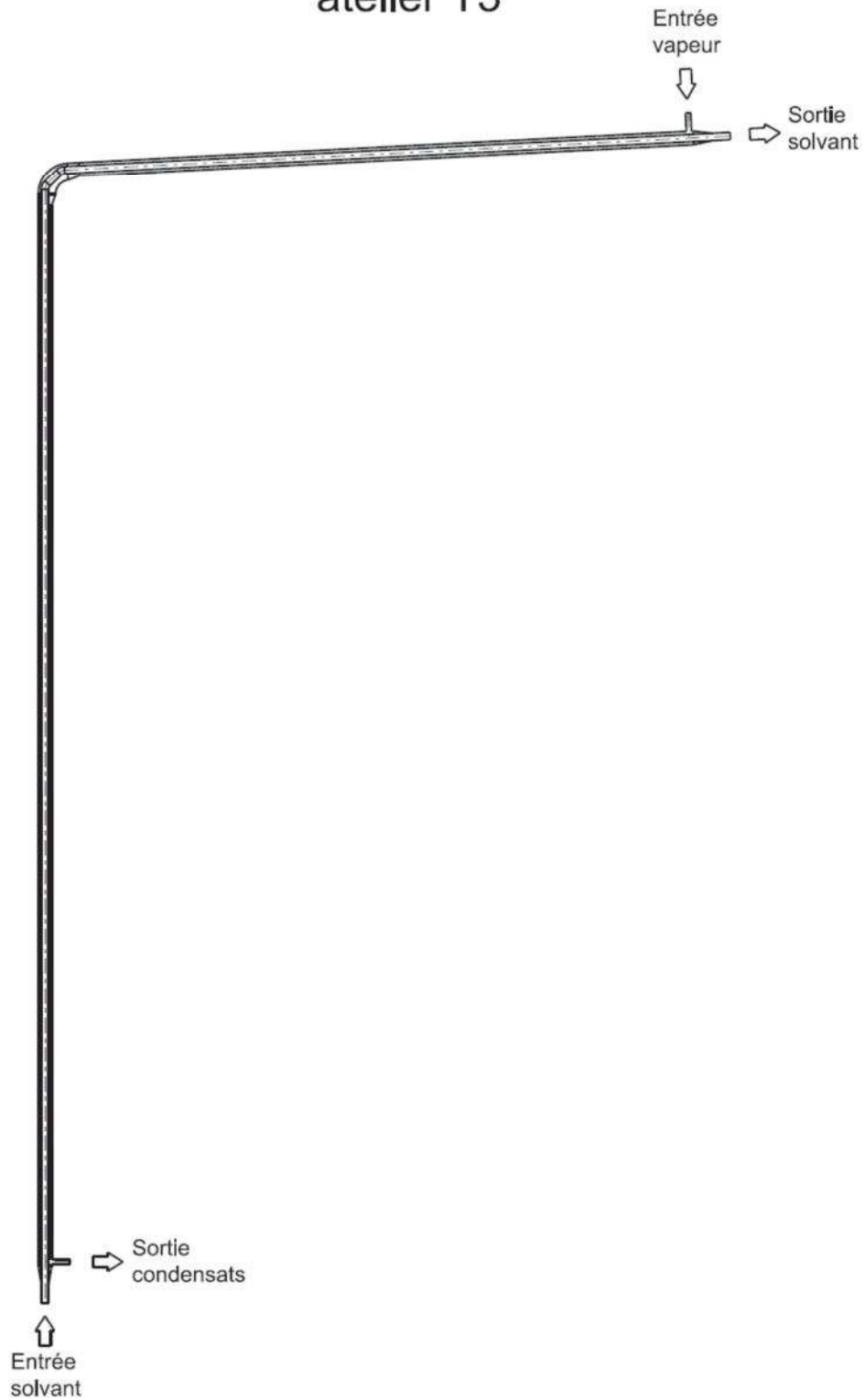


Figure 1 - Schéma descriptif de la double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de l'atelier T3

| | | | | | | |
|-------------|------------|----------|--------|----------|----------|-----|
| AP | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | REF |
| | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | | REF |

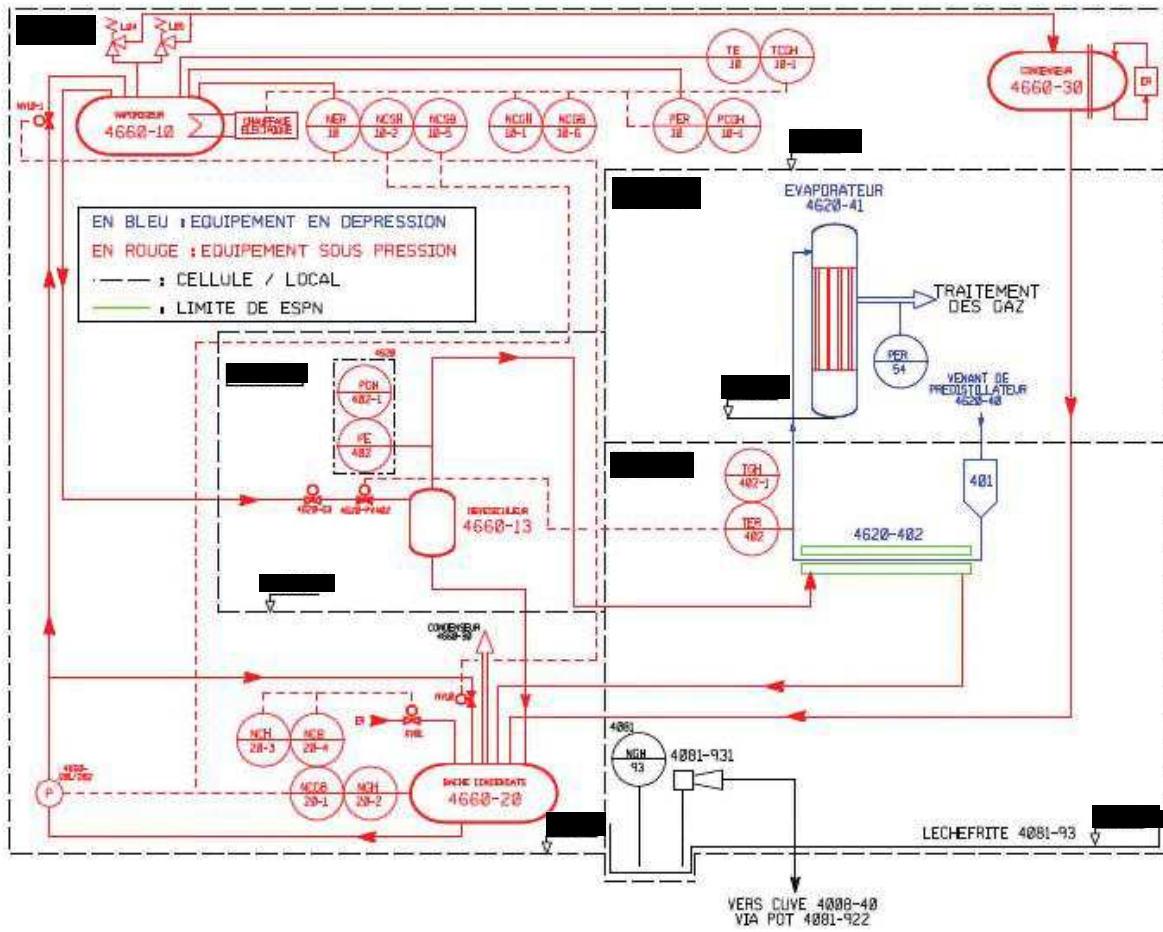


Figure 2 - Schéma de principe de la double enveloppe 4620-402 et son circuit caloporteur (unité 4660)

5.2 CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DU COMPARTIMENT PROCÉDÉ

| Données | Unité(s) | Compartiment procédé |
|---------------------------------|-------------|----------------------|
| Fluide | / | Effluents organiques |
| Température Maximale de service | °C | ■ |
| Pression mini – maxi de service | bar relatif | ■ ■ |
| Volume Utile | L | ■ |

5.3 CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT DU COMPARTIMENT CALOPORTEUR

| Données | Unité(s) | Compartiment caloporteur (double enveloppe) |
|---|-------------|--|
| Fluide | / | Vapeur |
| Pression Maximale Admissible (PS) | bar relatif | ■ |
| Température Maximale Admissible (TS) | °C | ■ |
| Volume liquide de la boucle caloporteur | L | ■ |
| Volume total du réchauffeur | L | ■ |

6 CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES

La double enveloppe sur tuyauterie 402 de l'unité 4620 de l'atelier T3 de l'INB 116 est constituée :

- d'un tube central où circule le solvant,
- d'une double enveloppe où circule la vapeur.

Les principales caractéristiques de la double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 sont les suivantes :

- longueur totale [REDACTED] mm,
- longueur partie horizontale [REDACTED] mm,
- longueur partie verticale [REDACTED] mm,
- diamètre extérieur tube procédé [REDACTED] mm,
- diamètre extérieur double enveloppe [REDACTED] mm.
- Diamètre coude double enveloppe [REDACTED] mm

Le matériau constitutif de la double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 est l'acier inoxydable [REDACTED] pour le compartiment caloporteur et l'acier inoxydable [REDACTED] pour le compartiment procédé.

Les épaisseurs nominales de fabrication des différents composants pour la double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de T3 sont (Figure 3 ci-dessous) :

- Tube procédé [REDACTED] mm (Turquoise)
- Double enveloppe :
 - Tube sans soudure DN [REDACTED] [REDACTED] mm (Rouge)
 - Réduction concentrique DN [REDACTED] [REDACTED] mm (Vert)
 - Réduction excentrique DN [REDACTED] [REDACTED] mm (Bleu)
 - Courbe 3D DN [REDACTED] 90° [REDACTED] mm (Jaune)

| | | | | | | |
|-------------|------------|----------|--------|----------|----------|-----|
| AP | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | REF |
| | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | | REF |

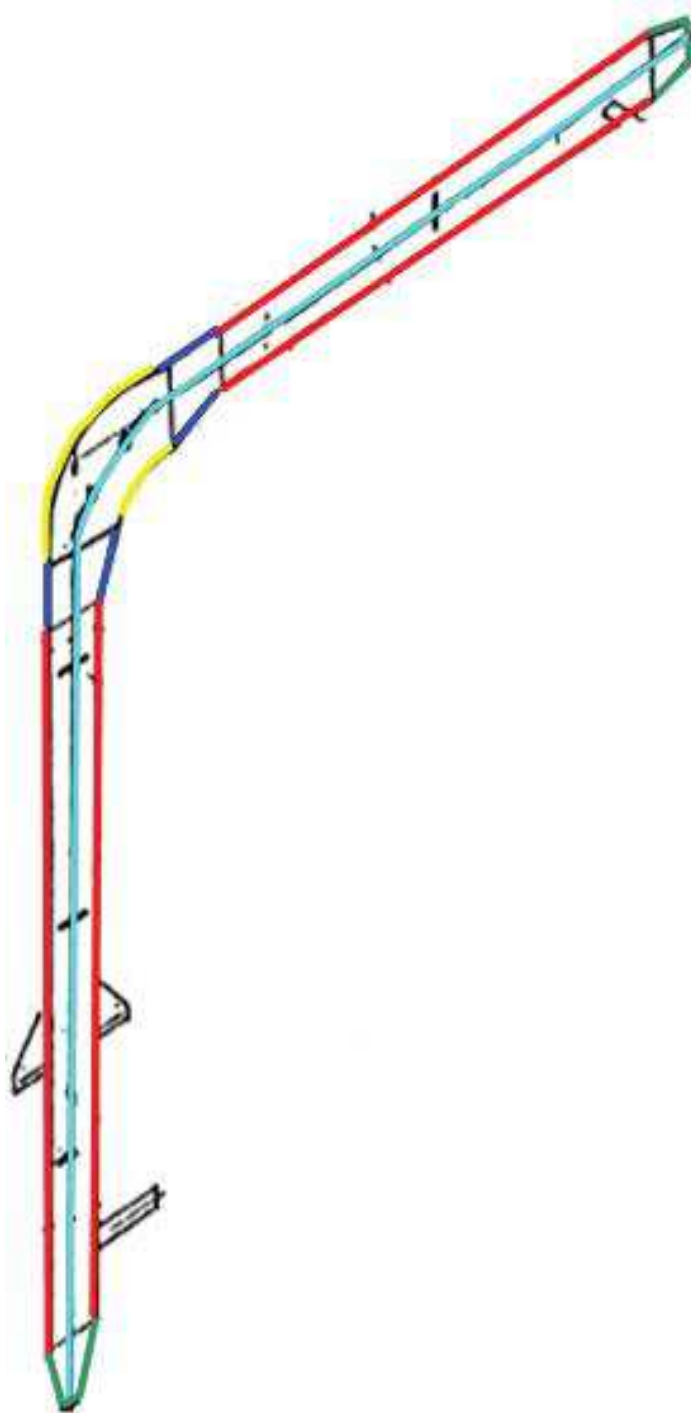


Figure 3 – Epaisseurs nominales de fabrication des tôles de la double enveloppe sur tuyauterie

| | | | | | | |
|---------------------|-------------------|---------------|-----------|-------------|------------|------------|
| [REDACTED] | | | | | | |
| AP | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | REF |
| | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | REF | |

7 EXIGENCES REGLEMENTAIRES

7.1 APPLICABLES LORS DE SA FABRICATION

Cet équipement n'était pas soumis au service des mines à sa conception. Le plan isométrique de la double enveloppe porte cette indication [6]

La double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 a été conçue, fabriquée et mise en service en novembre 1989 avant les évolutions réglementaires de 1999 / 2000 (Décret 99.1046 du 13 décembre 1999 [7], Arrêté du 21 décembre 1999 [8] et Arrêté du 15/03/2000 [9]).

Aucune dérogation n'a encore été demandée pour cet équipement.



| | | | | | | |
|-------------|--------------|-----------------|-----------|---------------|------------|-----|
| AP | Type Doc. NT | Activité 100807 | Cat.MT 12 | N° Ordre 0122 | Révision C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | REF | |

7.2 APPLICABLES A L'ESPN

7.2.1 Classement de l'équipement

La double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de l'Atelier T3 défini en tant que récipient relève du classement N3 et de catégorie II selon les exigences des arrêtés du 30 décembre 2015 [10].

Le fluide procédé (effluents organiques) appartient aux fluides de Groupe 1 et le fluide caloporteur (vapeur d'eau) appartient aux fluides 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.

La double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de l'Atelier T3 est un équipement de niveau N3 et de catégorie II, alors il est soumis à l'inspection périodique et à la requalification périodique.

7.2.2 Inspection périodique

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

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

De ce fait, comme l'explique l'annexe 3 du courrier [11], 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.

La double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de l'Atelier T3 est entièrement soudée 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. »

| | | | | | | |
|-------------|--------------|-----------------|-----------|---------------|------------|-----|
| AP | Type Doc. NT | Activité 100807 | Cat.MT 12 | N° Ordre 0122 | Révision C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | REF | |

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

7.2.3 Requalification périodique

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

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

L'inspection de requalification périodique comprend :

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

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

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

Dans le cas d'un équipement multi-compartmenté, l'épreuve hydraulique s'applique à tous les compartiments dont la pression maximale admissible est supérieure à 0,5 bar relatif. En effet, 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 de la double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de T3 (voir § 5.2), aucune épreuve hydraulique n'est à réaliser.

En effet, il est précisé dans l'annexe 1 du courrier [13] que « la mise en pression du compartiment nucléaire en dépression n'est pas une exigence réglementaire ».

En application de l'annexe 6 de l'arrêté ESPN [2], double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3 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).

7.2.4 Réparation/ modification notable d'un ESPN

En application de l'article 4.2 de l'annexe 5 de l'arrêté ESPN [2] :

| | | | | | | |
|-------------|--------------|-----------------|-----------|---------------|------------|-----|
| AP | Type Doc. NT | Activité 100807 | Cat.MT 12 | N° Ordre 0122 | Révision C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | REF | |

« Toute réparation ou modification susceptible d'avoir une incidence sur la conformité de l'équipement aux exigences définies à l'article R557-12-4 du code de l'environnement est dénommée notable. Les critères définissant les réparations et modifications notables sont précisés dans un guide professionnel soumis à l'acceptation de l'Autorité de sûreté nucléaire. Ce guide peut prévoir que, dans certains cas, l'essai de résistance à la pression de la vérification finale soit remplacé par des essais non destructifs ou des vérifications appropriés. L'évaluation de conformité réalisée en application du VII de l'article 17 du décret du 13 décembre 1999 susvisé est réalisée à la demande de l'exploitant, qui assume la responsabilité de la conception et de la fabrication de la réparation ou de la modification, par un organisme, par application de dispositions équivalentes à l'application des modules G, B + F ou B1 + F de l'annexe 2 du décret du 13 décembre 1999 susvisé. Elle peut ne concerner que la partie réparée ou modifiée. A l'issue de cette évaluation de conformité, l'exploitant établit et signe une déclaration de conformité, par laquelle il atteste la conformité de l'équipement. »

La vérification finale, comme définie dans le guide ASN N°8, prévoit un examen visuel complet de l'équipement.

« L'examen visuel doit être réalisé sur toutes les surfaces externes et internes des équipements pour lesquelles s'appliquent des EES ou ERP dont le respect peut être contrôlé visuellement. L'organisme ou organe d'inspection s'assure en préalable que le fabricant a bien identifié l'ensemble de ces exigences dans l'analyse de risques. L'examen visuel doit permettre entre autres d'assurer l'absence d'anomalie géométrique ou d'état de surface. »

La double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3 est entièrement soudée par conception et n'a pas d'orifice de visite, ainsi la vérification visuelle intérieure porte sur un ensemble de parties vides.

8 OBSTACLES A LA MISE EN ŒUVRE DES ACTIONS REGLEMENTAIRES

8.1 ENVIRONNEMENT DE L'ESPN

La double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 est située dans une cellule en zone inaccessible au personnel () en dépression par rapport aux locaux adjacents accessibles et par rapport à la pression atmosphérique au moyen du réseau de ventilation bâtiment.

La cellule d'implantation de la double enveloppe sur tuyauterie 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 () est de :

- voile de cellule Ouest ()m,
- voile de cellule Sud ()m,
- voile de cellule Est ()m,
- voile de cellule Nord ()m.

| | | | | | | |
|-------------|------------|----------|--------|----------|----------|-----|
| AP | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | REF |
| | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | | REF |

8.2 ACCESSIBILITE A L'EQUIPEMENT

L'équipement est situé dans une galerie active (cellule chimique).

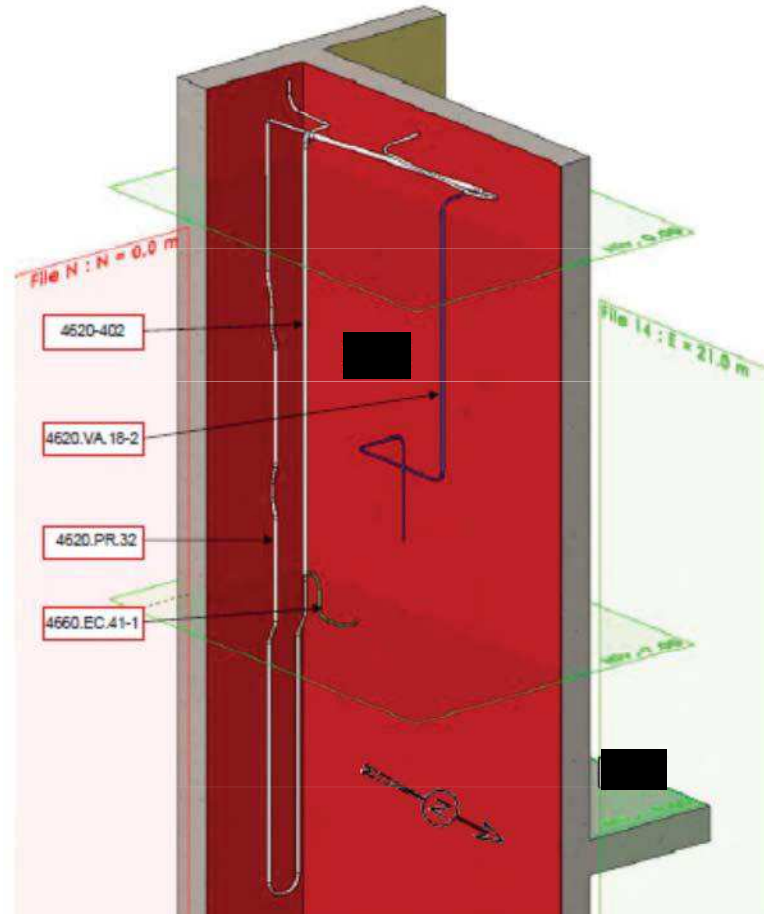


Figure 4 – Vue 3D schématique d'une partie de la galerie active 201-4 avec le positionnement de la double enveloppe 4620-402

La galerie active [REDACTED] est une cellule en forme de couloir de plusieurs dizaines de mètres en longueur et dont la hauteur s'étend du niveau [REDACTED] m au niveau [REDACTED] m.

La galerie active est constituée de plusieurs centaines voire milliers de tuyauteries (environ 2350 tuyauteries repérées dans la nomenclature des isométriques de la salle [REDACTED])

| | | | | | | |
|-------------|------------|----------|--------|----------|----------|-----|
| AP | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | REF |
| | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | | REF |

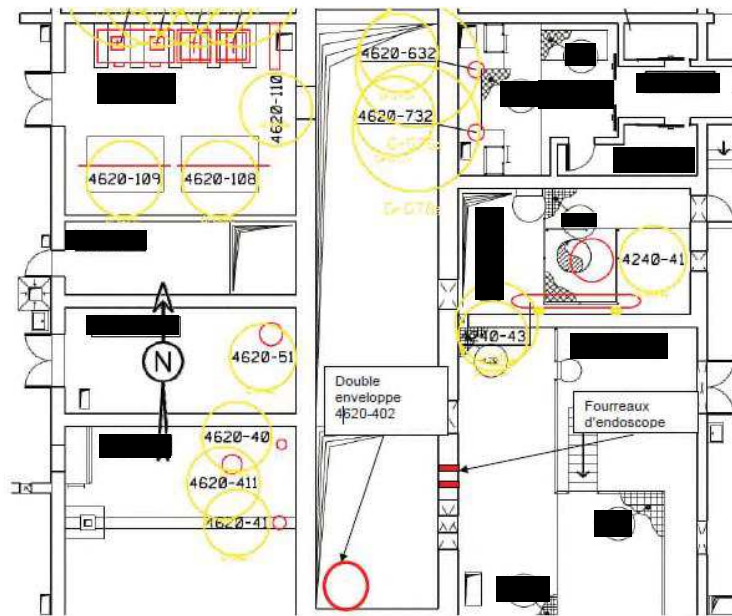


Figure 5 – Vue en plan : Localisation de la double enveloppe 4620-402 au niveau de la galerie active 201-4

L'accès au contact étant rendu difficile d'une part par l'encombrement (difficulté pour la progression dans la cellule et le montage des échafaudages) et d'autre part par l'environnement radiologique, l'accès par les fourreaux d'endoscope indiqué ci-dessus a été tenté en APM d'automne 2016. Lors de l'intervention, les intervenants se sont rendus compte que les fourreaux étaient non débouchant.

Ces fourreaux étant très éloignés de la double enveloppe et le repérage des lignes sur plan indiquant le passage de lignes au droit du fourreau, il a été fait le choix de ne pas faire déboucher ces derniers.

Suite à ce constat, la réalisation d'un fourreau a été lancée pour une réalisation en octobre 2017.

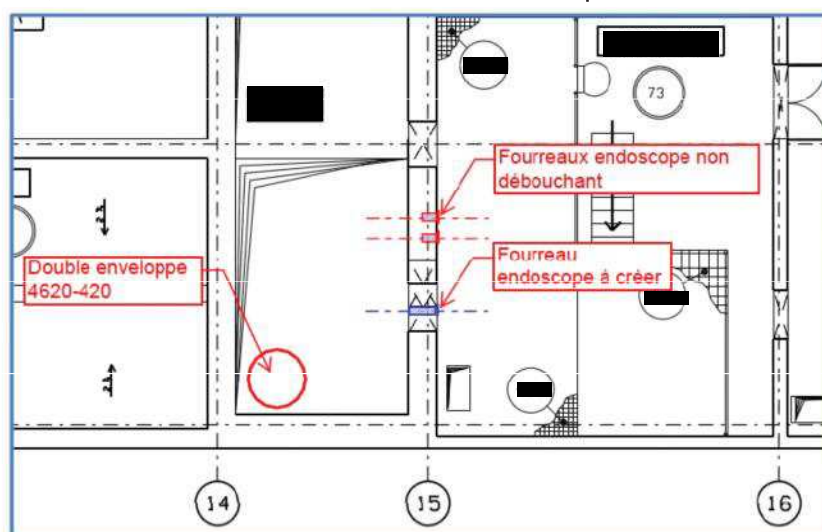


Figure 6 – Vue en plan : Localisation du nouveau fourreau au niveau de la galerie active

| | | | | | | |
|-------------|------------|----------|--------|----------|----------|-----|
| AP | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | REF |
| | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | | REF |

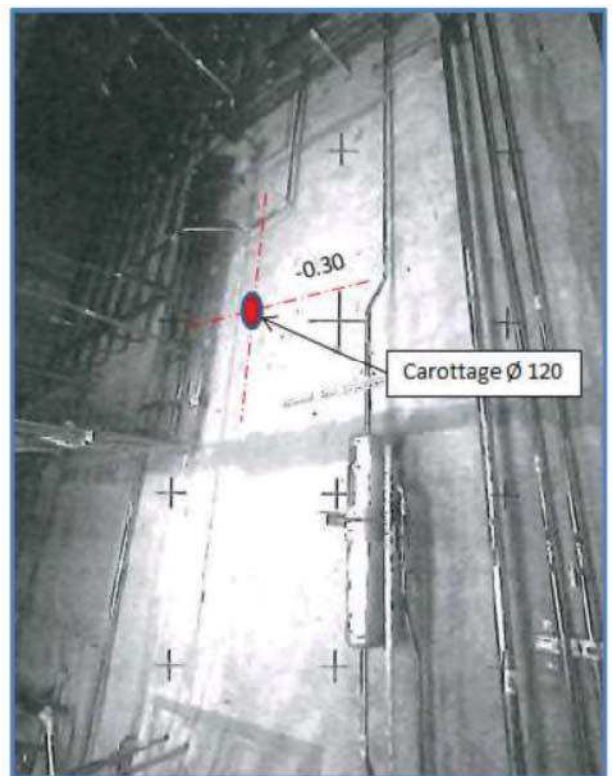
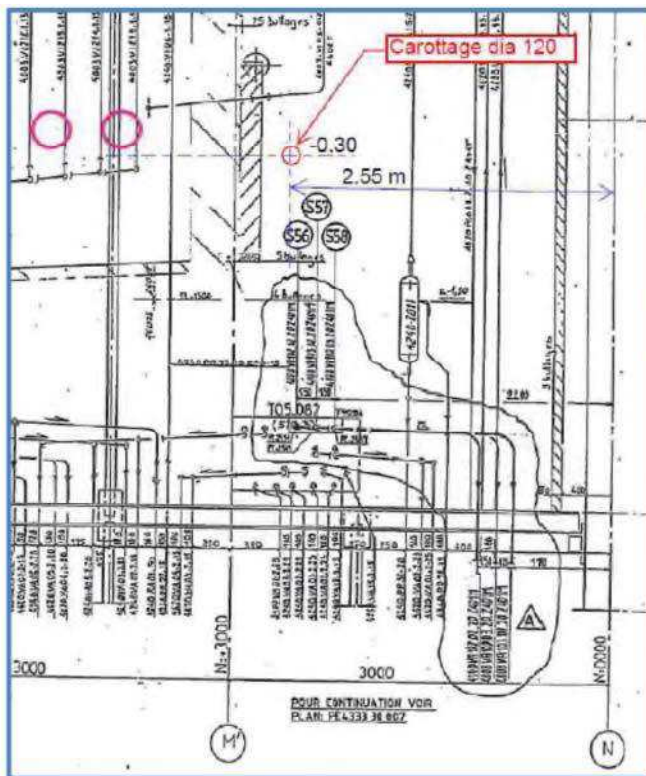


Figure 7 – Vue et photo intérieur de la cellule avant fermeture

L'implantation de la double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de l'atelier T3 en zone inaccessible (dosimétrie extrêmement élevée) rend les inspections réglementaires impossibles.

8.3 EXAMEN VISUEL

la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3 est un équipement sous pression nucléaire à multi compartiments :

- compartiment sous pression : entièrement soudé pour éviter les risques de fuite en zone 4 et ne dispose pas de parties démontables permettant d'effectuer les inspections visuelles internes,
- compartiment nucléaire : constitué d'une tuyauterie entièrement soudée.

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

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

Pour la calandre (compartiment caloporteur) 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.

| | | |
|---------------------|---|------------|
| AP | Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision NT 100807 12 0122 C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | REF |

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 visuel réalisé sur site, par un organisme certifié COFREND en novembre 2017 est consultable dans la note [14].

8.4 MISE EN PRESSION (EPREUVE HYDRAULIQUE)

8.4.1 Compartiment nucléaire

Dans le cas d'un équipement multi-compartimenté tel que la double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de l'atelier T3, le compartiment nucléaire est en dépression en fonctionnement normal, ainsi aucune épreuve hydraulique n'est réalisée sur le compartiment nucléaire. La performance intrinsèque de ce geste compensatoire est donc égale à 0. La performance intrinsèque du geste réglementaire d'épreuve hydraulique sur le compartiment nucléaire est aussi prise égale à 0 puisque le compartiment ne peut fonctionner qu'en-dessous de 0,5 bar relatif (cf. § 5.2).

8.4.2 Compartiment sous pression

Le test en pression du compartiment caloporteur a été effectué en octobre 2016 [15].

8.5 PERIMETRE DE LA DEMANDE D'AMENAGEMENT

La demande d'aménagement porte sur :

- les modalités de vérification finale (examen et épreuve) requises au titre de la modification notable liée à l'abaissement de PS,
- les modalités de suivi en service pour répondre au §3 de l'annexe 5 ainsi qu'à l'annexe 6 de l'arrêté ESPN

L'examen visuel externe partiel des parois avant mise en pression, et la surveillance de la mise en pression depuis le local contigu en zone 3, 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.

Par ailleurs et pour les mêmes raisons d'accessibilité, l'impossibilité de réaliser le visuel complet extérieur au titre de la vérification finale de l'évaluation de conformité de la modification notable d'abaissement de la PS du compartiment caloporteur, motive notre demande d'aménagement des dispositions du point 4.2 de l'annexe 5 de l'arrêté du 12/12/2005 relatives aux interventions notables sur les ESPN.

| | | |
|-------------|---|----------------|
| AP | Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision NT 100807 12 0122 C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | REF |

9 ESTIMATION DE LA PROBABILITE DE LA DEFAILLANCE

Conformément à la méthode d'élaboration d'un dossier de demande de conditions particulières d'application du titre III du décret du 13 décembre 1999 [7] aux ESPN [2], 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 le courrier [11] :

- Facteur Fabrication
- Facteur Etat
- 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 :

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

9.1.1 Dossier descriptif

L'équipement a été conçu conformément aux règles de l'art appliquées à la conception de l'usine, il dispose d'un dossier descriptif [16] complet.

9.1.2 Matériau

Les matériaux utilisés pour la fabrication sont :

████████████████████ pour le compartiment procédé,
████████████████████ pour le compartiment caloporteur.



| | | | | | | |
|-------------|------------|----------|--------|----------|----------|-----|
| AP | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | REF |
| | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | | REF |

Un soudage avec du [REDACTED] et du [REDACTED] comme métaux d'apport a été effectué.

Un suivi rigoureux de la qualité des demi-produits a été réalisé tout au long du processus d'approvisionnement lors de la fabrication de la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3.

L'ensemble des exigences de qualité d'élaboration des matériaux ont 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 de la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3.

9.1.3 Présentation du dossier de calcul

Aucune note de calcul de conception en statique ou en fatigue de l'équipement n'a été réalisée. La conception des éléments de tuyauterie étant réalisée selon le standard d'ingénierie [17], une note a été réalisée :

- o NT 100807 12 0229 : Note Technique – préchauffeur 4620-402 de l'atelier T3 - Analyse statique et analyse en fatigue [18]

9.1.4 Dossier d'origine

Selon le standard [17], la tuyauterie double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3 a été conçue en respect des conditions limites suivantes :

1.1 Repérage des spécifications de lignes

- La première lettre indique la matière :

- . A : Acier au carbone
- . D : Acier inoxydable [REDACTED]
- . Z : Acier inoxydable [REDACTED]

- Le groupe de chiffres indique la Pression Nominale (PN).

- Le troisième chiffre indique la classe de construction.

- La quatrième lettre est l'indice qui différencie entre elles les spécifications de lignes de même matière au même PN.

Les spécifications de lignes applicables sont donc :

Pour la double enveloppe de chauffe en [REDACTED] > Z 401 M

| | | |
|-----------------------|--|---------------------------|
| 2017 - L1141 - V11016 | MATERIAU : ACIER INOX [REDACTED] | AFFECTATION:C |
| | SUREPAISSEUR DE CORROSION : Ø MAXI ADMISSIBLE : | CLASSE DE CONSTRUCTION:T1 |
| | SERIE : PN40 | |
| | RACCORDEMENT : | |
| | (DEG.C)----- (230) | |
| | LIMITES (BAR)----- (30.C) | |
| | DE NOTES COURBE 1 | |
| | SERVICE ----- (-----)----- | |
| | (BAR)----- (-) | |
| | NOTES COURBE 2 | |

Pour le compartiment procédé, en [REDACTED] => D 401 P

| | | |
|-----------------------|--|---------------------------|
| 2017 - L1141 - V11016 | MATERIAU : [REDACTED] | AFFECTATION:C |
| | SUREPAISSEUR DE CORROSION : 0.5 MAXI ADMISSIBLE : | CLASSE DE CONSTRUCTION:T1 |
| | SERIE : PN40 | |
| | RACCORDEMENT : | |
| | (DEG.C)----- (200) 5 | |
| | LIMITES (BAR)----- (10.0) 20. | |
| | DE NOTES COURBE 1 LE DEBOUCHAGE A 200 LIMITE L'UTILISATION DU TUSE AU DN 200 | |
| | SERVICE ----- (-----)----- | |
| | (BAR)----- (-) | |
| | NOTES COURBE 2 | |

9.1.5 Note de calcul statique

En l'absence de note de calcul spécifique à l'équipement, une note de calcul a été réalisée. L'équipement est dimensionné avec les éléments suivants :

- Le Code de calcul utilisé : CODAP édition 2010
- Les conditions de calcul :
 - Modèle :
 Un modèle éléments finis est réalisé à partir du plan [6]

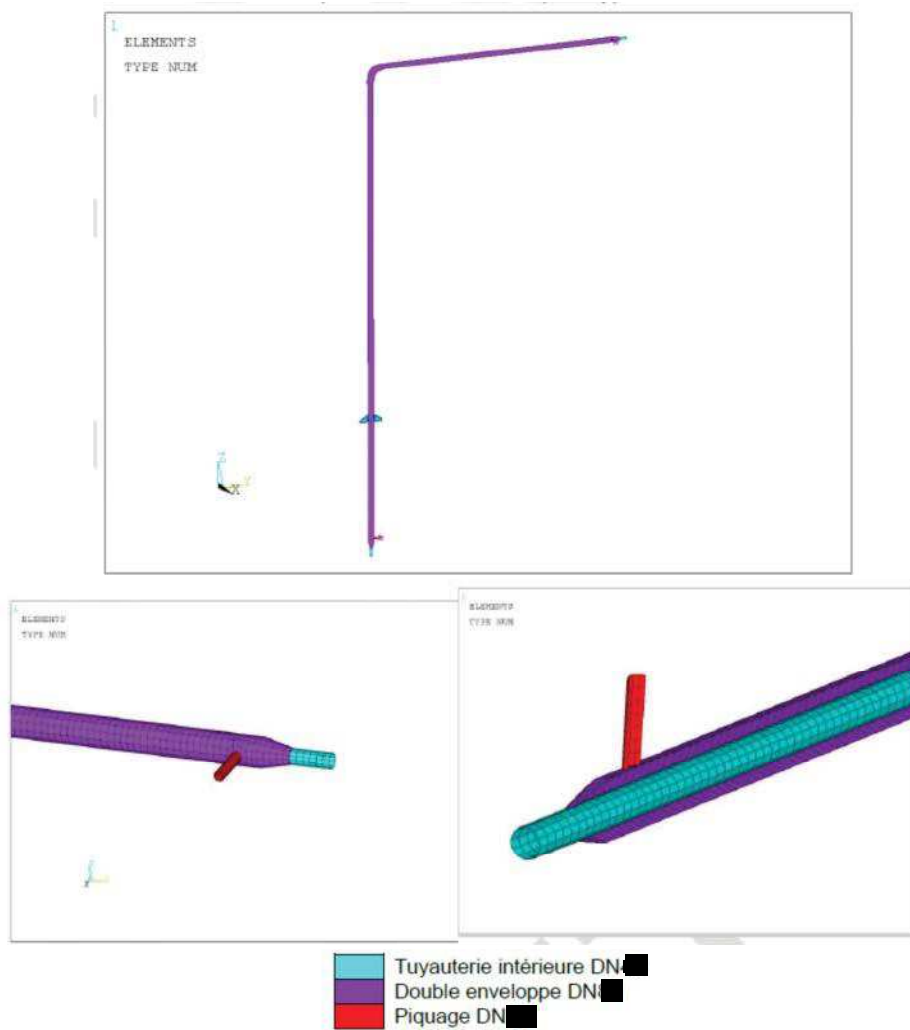


Figure 8 : présentation du modèle utilisé pour le calcul de tenue mécanique

o Les conditions de calcul considérées sont retranscrites ci-dessous :

| | Tuyauterie intérieure | Double enveloppe |
|--------------------------------|-----------------------|------------------|
| Pression minimale | █ bar eff. | █ bar eff. |
| Pression maximale | █ bar eff. | █ bars eff. |
| Température minimale | █ °C | █ °C |
| Température normale en service | █ °C | █ °C |
| Température maximale de calcul | █ °C | █ °C |

Tableau 1 : conditions de calcul

○ Chargement :

L'état des contraintes de la double enveloppe coudée au poids propre dépend fortement des lignes sur lesquels la double enveloppe est installée. Les chargements unitaires pression et thermique sont combinés avec les chargements liés aux torseurs.

○ Tolérance de fabrication et surépaisseur de corrosion:

Des épaisseurs de corrosion qui englobent les tolérances de fabrication ont été définies. Les épaisseurs limites vérifiées par calcul sont données au tableau suivant :

| Elément | DN | Diamètre extérieur | Epaisseur neuve | Corrosion | Epaisseur de calcul |
|----------------------------------|----|--------------------|-----------------|-----------|---------------------|
| Tuyauterie intérieure | | | | | |
| Double enveloppe | | | | | |
| Coude de la double enveloppe | | | | | |
| Piquages sur la double enveloppe | | | | | |
| Réductions excentriques | | | | | |
| Réductions concentriques | | | | | |

Tableau 2 : épaisseurs vérifiées par calcul

○ Résultats

Le ratio de contrainte maximal obtenu vis-à-vis de l'ensemble des cas de chargement (normale de service, accidentel, épreuve) est de 0,97. Ce ratio justifie les épaisseurs de calcul présentées au Tableau 2.

9.1.6 Note de calcul en fatigue

L'équipement est dimensionné avec les éléments suivants :

- Le Code de calcul utilisé : CODAP édition 2010

- Les conditions de calcul :

L'analyse en fatigue est réalisée à partir du cycle de chauffe. Cette combinaison de chargement permet d'étudier l'évolution entre la configuration « en chauffe » avec prise en compte de l'écart maximal de température, voir Figure 9 et la configuration « à froid », température et pression faible dans la double enveloppe du préchauffeur

| | | |
|-------------|---|------------|
| AP | Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision NT 100807 12 0122 C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | REF |

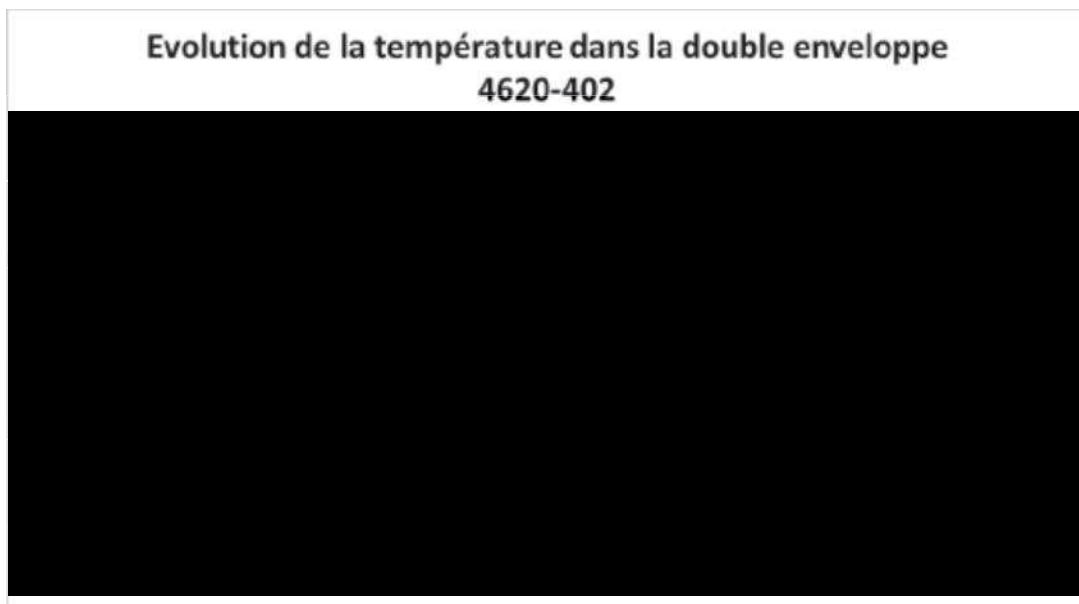


Figure 9 : Détail du cycle de chauffe

Le graphique ci-dessus retranscrit l'évolution de la température dans la double enveloppe lors de la phase de chauffe.

L'écart de température le plus important est retenu pour décrire la phase de chauffe :

- Température côté procédé [REDACTED] °C
- Température côté double enveloppe [REDACTED] °C

La phase de refroidissement est réalisée de manière naturelle (non forcée). Cette phase ne génère pas d'augmentation de variations de contraintes.

Les valeurs de contraintes obtenues dans cette configuration correspondent alors à des étendues de contraintes relatives au cycle de chauffe du préchauffeur 4620-402.

Les calculs issus du CODAP permettent de déterminer le nombre de cycles admissibles, soit [REDACTED] cycles de chauffes.

| | | |
|---------------------|---|------------|
| AP | Type Doc. Activité Cat.MT N° Ordre Révision NT 100807 12 0122 C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | REF |

9.1.7 Niveau du facteur de fabrication de l'équipement

*Le dossier descriptif de l'équipement a été constitué de l'ensemble des documents de conception. Considérant que 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 le niveau du facteur de fabrication de l'équipement est un facteur de **Niveau 2**.*

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 la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3 sont :

- la corrosion par dissolution uniforme et généralisée du fait du contact de la paroi avec une solution organique chaude

| | | | | | | |
|-------------|------------|----------|--------|----------|----------|-----|
| AP | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | REF |
| | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | | REF |

- la fatigue-fluage du fait de cycles en température et en pression suivant les différentes phases de fonctionnement de l'équipement.

Les phénomènes de dégradation potentiels sont donc :

- pour la corrosion uniforme et généralisée : la perte d'épaisseur ;
- 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 de la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3 est décrit dans les parties suivantes selon ces 3 axes de surveillance.

9.2.2 Examen visuel

Lors des observations visuelles réalisées en Novembre 2017 [14], au regard des contraintes d'accessibilité et des méthodes d'investigation disponibles, les surfaces suivantes ont été inspectées :

- Tuyauterie de sortie solvant
- Tuyauterie d'entrée solvant
- Double enveloppe partie horizontale
- Double enveloppe partie verticale
- Coude

L'équipement ne présente pas de défaut aux parties visibles. Les soudures sont propres et sans défaut apparent.



Identification partielle de l'équipement

| | | | | | | |
|-------------|------------|----------|--------|----------|----------|-----|
| AP | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | REF |
| | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | | REF |



Sortie du solvant



Double enveloppe partie horizontale

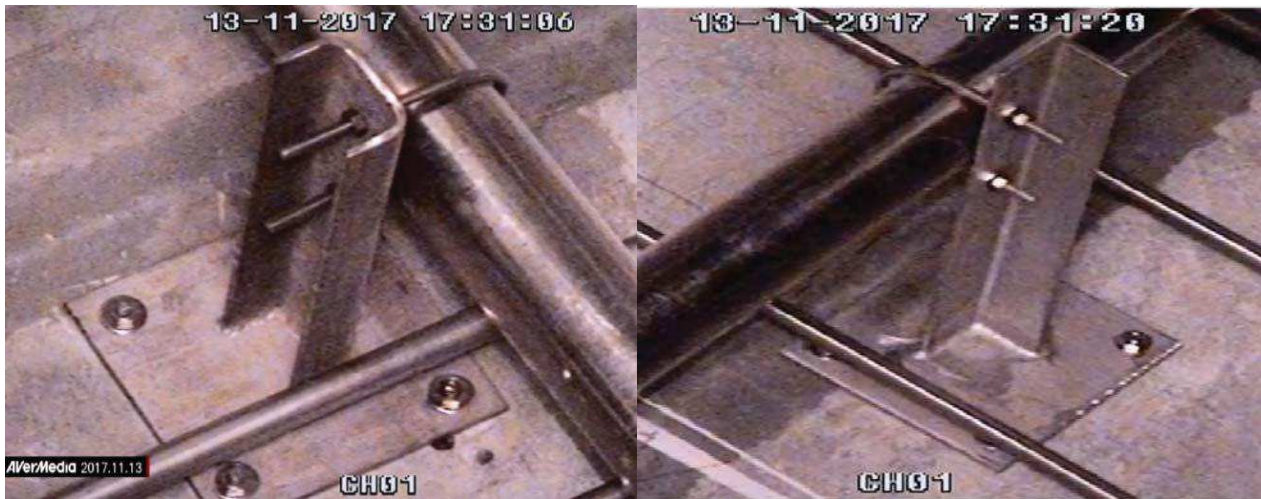


Coude

| | | | | | | |
|-------------|------------|----------|--------|----------|----------|-----|
| AP | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | REF |
| | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | | REF |



Double enveloppe partie verticale



Ancrages et supportages de l'équipement

| | | | | | | |
|-------------|------------|----------|--------|----------|----------|----------------|
| | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | |
| AP | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | REF |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | | REF |

9.2.3 Mesures d'épaisseur

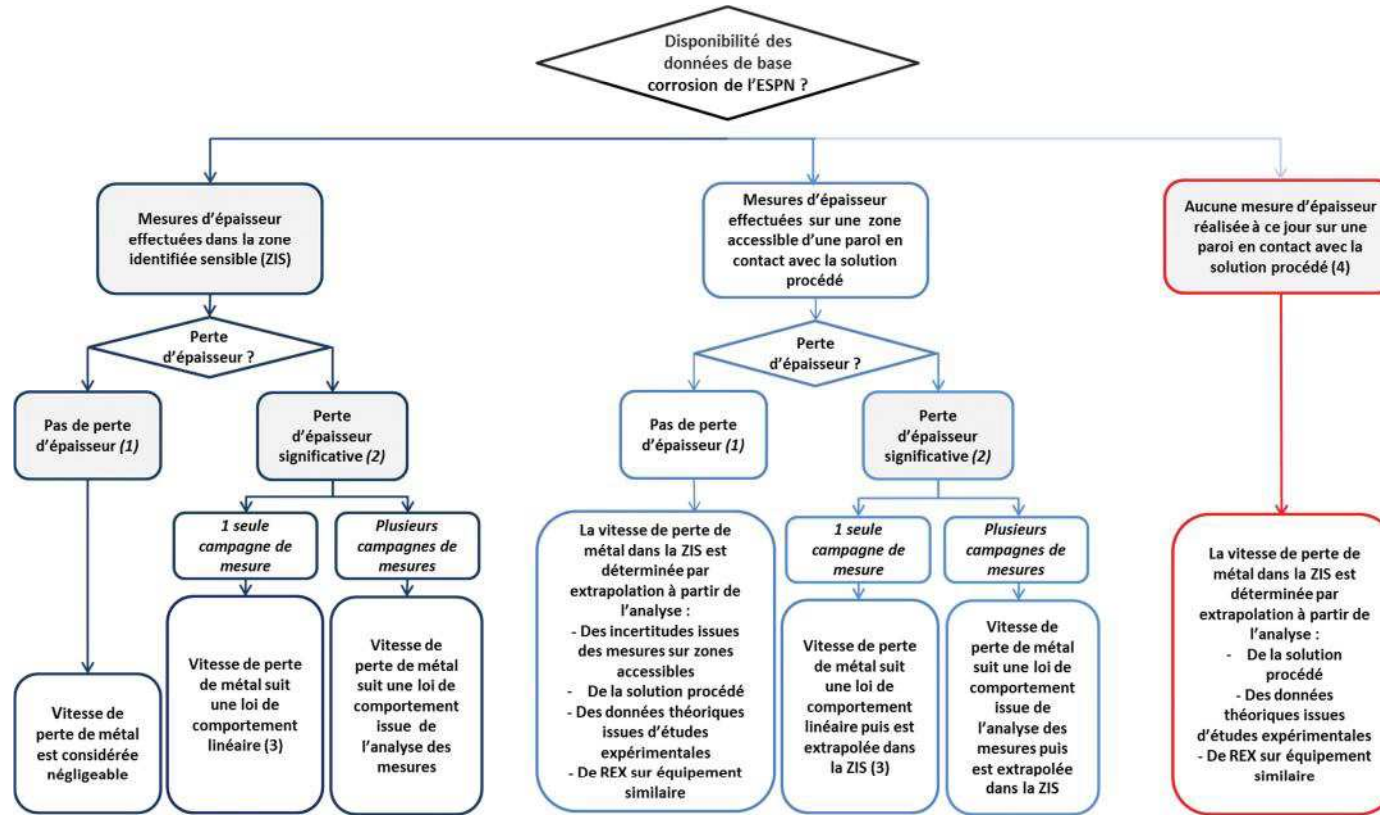
Au regard des contraintes d'accessibilité et des méthodes d'investigation disponibles, des mesures d'épaisseurs sur l'équipement ne sont pas réalisables à ce jour.

9.2.3.1 Estimation de l'évolution de la corrosion

9.2.3.1.1 Démarche

Les principes de détermination de la durée de fonctionnement des équipements sont précisés dans le document [19]. Ils sont synthétisés dans la figure suivante. Le cas de cet équipement est encadré en rouge.

| | | | | | | |
|-------------|------------|----------|--------|----------|----------|-----|
| AP | Type Doc. | Activité | Cat.MT | N° Ordre | Révision | REF |
| | NT | 100807 | 12 | 0122 | C | |
| AREVA NC | 2014-15140 | | | | | REF |



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

Figure 10 – Principes de détermination de la durée de fonctionnement des équipements ESPN. Le cas de cet équipement est encadré en rouge

9.2.3.1.2 Epaisseur de conception

Une surépaisseur de corrosion de 0,5 mm pour le compartiment procédé a été prise à la conception, conformément au référentiel interne de conception pour ce type de milieu.

Des calculs complémentaires ont été réalisés (§ 9.1.5 et §9.1.6) pour justifier d'une épaisseur consommable faisant office de marge.

Les épaisseurs limites sont donc :

| Elément | DN | Diamètre extérieur | Epaisseur neuve | Epaisseur de calcul | Surépaisseur de Corrosion |
|----------------------------------|----|--------------------|-----------------|---------------------|---------------------------|
| Tuyauterie intérieure | | | | | |
| Double enveloppe | | | | | |
| Coude de la double enveloppe | | | | | |
| Piquages sur la double enveloppe | | | | | |
| Réductions excentriques | | | | | |
| Réductions concentriques | | | | | |

Tableau 3 : épaisseurs limites vérifiées par calcul

Les tolérances sur les épaisseurs de tuyauterie sont de +/-12,5% selon AINSI B.36-10 en vigueur lors de l'approvisionnement.

Les tolérances sur les épaisseurs de tuyauterie n'ont pas été prises en compte dans la note de calcul reconstituée [18]. Les marges de corrosion définies le sont à partir de l'épaisseur nominale.

Il est à noter que les données d'entrée du calcul sont très enveloppes du fonctionnement réel de l'équipement.

| N° | Type | Cas | Températures considérées | | Pressions considérées | |
|----|----------|---|--------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| | | | Tuy. Int | Double Env. | Tuy. Int | Double Env. |
| 1 | Pression | Double enveloppe sous pression - à chaud | | | | |
| 2 | Pression | Tuyauterie intérieure sous pression - à chaud | | | | |

Données de calcul de la note [18]

| Température procédé (TE 402) | Pression caloporteur (PE 402) | Température caloporteur * |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | | |

Rappel du tableau 5

9.2.3.1.3 Vitesse de perte d'épaisseur

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

La corrosion est un phénomène activé thermiquement, la perte d'épaisseur est d'autant plus importante que la température de la paroi de la zone considérée, en contact avec le fluide procédé, est élevée. La tuyauterie procédé est sous double enveloppe de chauffe. La ZIS peut donc être considérée comme l'intégralité de la paroi de la tuyauterie procédé en contact avec le fluide caloporteur.

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

En l'absence d'inspection sur l'équipement 4620-402 vis-à-vis de la corrosion au regard de son accessibilité (cf. § 8.2), le recours au témoin 4620-41, pour lequel des mesures d'épaisseur sont possibles sur les parois en contact avec le compartiment procédé, doit permettre de justifier l'absence de risque corrosion pour 4620-402 tant qu'il n'est pas constaté sur 4620-41.

Le conservatisme de l'équipement témoin choisi, ie T3 4620-41, est démontré comme suit :

Les éléments de démonstration sont les suivants :

- Matériaux identique, ie [REDACTED]
- Même fluide (4620-402 préchauffe le fluide arrivant dans 4620-41)
- Justification du conservatisme du témoin
 - Comparaison des caractéristiques entre le témoin et la double enveloppe (température)
 - Application au calcul d'une Vitesse de corrosion enveloppe

1- Principe de fonctionnement

[REDACTED]

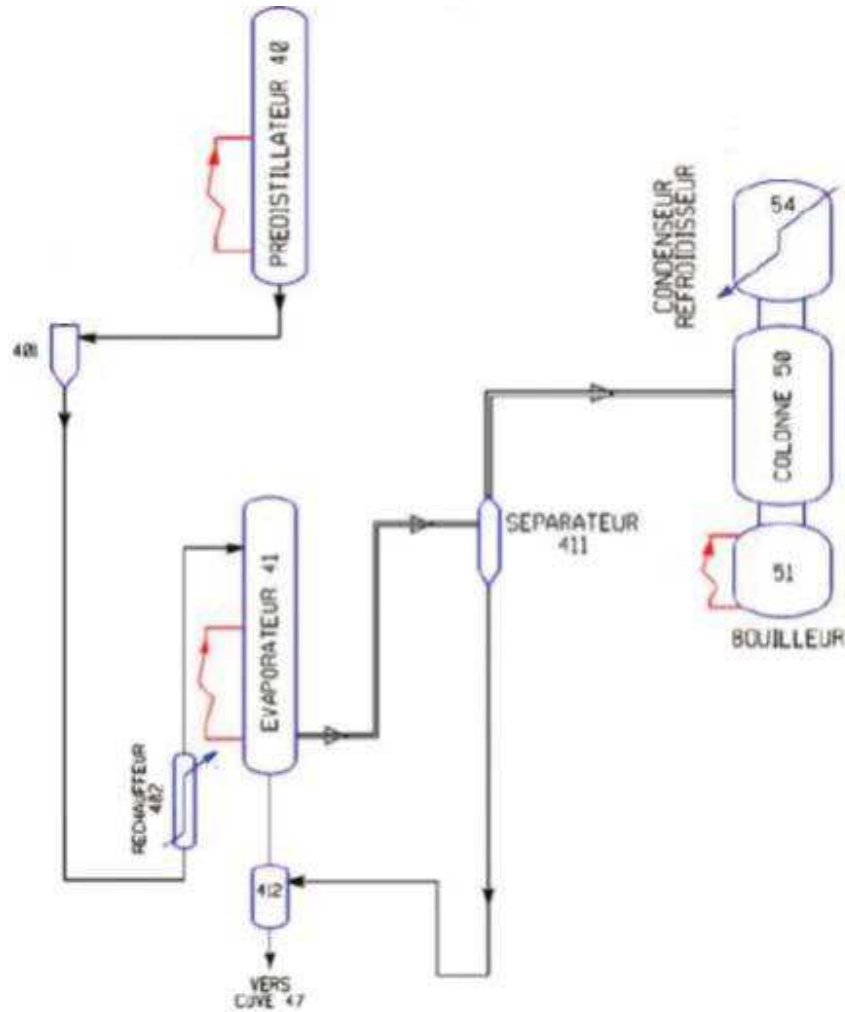


Figure 11 – Schéma de principe du procédé de l'unité 4620

Le milieu entrant dans 4620-41 étant identique à celui passant dans la double enveloppe 4620-402, le seul paramètre définissant la représentativité du témoin est la température du milieu.

Les tableaux ci-dessous présentent les valeurs moyennes et maximales des températures de la solution et du caloporteur au niveau de la double enveloppe 4620-402 et de l'évaporateur 4620-41 de l'atelier T3 observées sur les périodes de fonctionnement depuis 2001.

4620-41 :

| Température procédé (4620 TE 41.5) | Température caloporteur (4620 TE 41.2) |
|------------------------------------|--|
| [Redacted] | [Redacted] |

Tableau 4 : Présentation des températures moyennes et maximales pour le compartiment procédé et caloporteur de l'évaporateur 4620-41 de l'atelier T3

4620-402 :

| Température procédé (TE 402) | Pression caloporteur (PE 402) | Température caloporteur * |
|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | | |

Tableau 5 : Présentation des températures moyennes et maximales pour le compartiment procédé et caloporteur de la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3

* température calculée à partir de la pression de vapeur

Il est observé que la température procédé de l'équipement témoin est supérieur en moyenne à celle de 4620-402 d'environ 40°C à 50°C.

2- Mesures d'épaisseurs sur l'équipement témoin et détermination de la vitesse de corrosion

Les mesures d'épaisseur ont été menées directement au contact de l'équipement en janvier 2014 [20]

La localisation ainsi que les résultats des mesures d'épaisseur sont présentés respectivement sur la figure 12 et dans le tableau 6.

Les épaisseurs mesurées sont comprises dans les tolérances d'approvisionnement des tôles. A noter que en-dehors des zones formées, les zones mesurées ont des épaisseurs identiques aux épaisseurs nominales.

| ID zone | Date | Nb pts | Epaisseur nominale (mm) | Epaisseur moyenne mesurée (*) (mm) | Ecart- type (mm) | Epaisseur mini mesurée (mm) | Tolérance d'appro. mini (mm) |
|---------|--------------|--------|-------------------------|------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|
| A | janvier 2014 | 4 | | | | | |
| B | | 9 | | | | | |
| D | | 12 | | | | | |
| E | | 4 | | | | | |

Tableau 6 : Résultats des mesures d'épaisseur sur les parties en contact avec le fluide procédé de l'évaporateur 4620-41 de T3- Campagne janvier 2014

(*) L'incertitude de mesure expérimentale est de ± 0,20 mm.



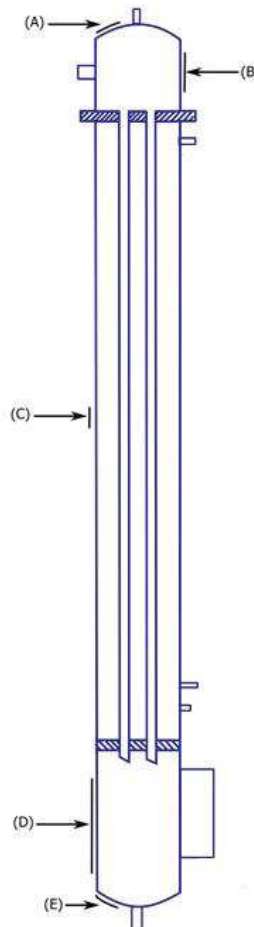


Figure 12 : Cartographie de mesures sur l'évaporateur 4620-41 de T3

La vitesse de corrosion est donc considéré comme négligeable. Ceci est conforté par les données expérimentales et le REX des mesures d'épaisseurs sur des équipements similaires présentés au paragraphe 9.3. Le mécanisme de corrosion n'est pas limitant pour la maîtrise de la durée de vie de l'évaporateur 4620-41 de T3. La DMF est au-delà de [REDACTED].

9.2.4 Suivi de l'historique de fonctionnement

9.2.4.1 Suivi des cycles en fatigue

Comme il a été déterminé au § 9.1.6, les nombres de cycles admissibles est $N_{adm} = [REDACTED]$ cycles. Un historique des cycles thermique et pression a été constitué [21].

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 2% 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 : $N_{réel}(T^{\circ} \text{ et } P) / N_{adm}(T^{\circ} \text{ et } P) < 1$ |
|--|--|---|
| ██████ Cycles | ██████ Cycles | ██████ |

Tableau 7 – Marge fatigue de la double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de T3

Le risque de fissuration par fatigue n'est donc pas à craindre. Les résultats de ces calculs attestent du bon dimensionnement de l'équipement à ce mode de dégradation.

Le critère ne sera pas atteint avant ██████. Aucun contrôle non destructif n'est requis pour ce mode de dégradation. Un suivi des conditions de fonctionnement est néanmoins réalisé pour vérifier le respect d'un fonctionnement dans la plage prévue lors du dimensionnement.

9.2.4.2 Suivi des températures et pression de fonctionnement

Le tableau suivant présente les valeurs moyennes et maximales de température de la double enveloppe (solution procédé et vapeur du circuit caloporteur) mesurées ainsi que la pression mesurée de caloporteur pendant les périodes de fonctionnement de l'évaporateur depuis 2001 :

| Température procédé (TE 402) | Pression caloporteur (PE 402) | Température caloporteur * |
|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| ████████████████████ | ████████████████████ | ████████████████████ |

Tableau 8 : Suivi Températures du préchauffeur 4620-402 sur la période 2001-2015

* : Température déduite de la pression de vapeur saturante.

La température maximale de service de la solution procédé dans le bouilleur est de ██████°C pour un admissible à ██████°C.. La température maximale (TS) de ██████°C ainsi que la pression maximale (PS) de ██████bars du caloporteur a n'ont jamais été atteintes.

9.2.4.3 Suivi analytique de la solution procédé

Le milieu n'étant pas considéré comme corrosif aucune analyse pertinente au regard des mécanismes d'endommagement n'est réalisé.

Le milieu étant organique aucun suivi de l'acidité n'est réalisé.

9.2.5 Niveau du facteur état de l'équipement

Au vu des éléments cités ci-dessus, le niveau du facteur état de l'équipement est estimé comme étant un facteur de **Niveau 3**.

Ce niveau est retenu vis-à-vis de la connaissance de l'état de l'équipement au regard du mécanisme de corrosion. En effet, bien que l'analyse faite sur l'équipement témoins conduite à négliger l'impact de ce phénomène de dégradation sur l'équipement, l'ensemble des conservatismes appropriés n'ont pas pu être utilisés.

Ces conservatismes concernent :

- L'absence de mesures transposables de la ZIS de l'équipement témoin
- L'absence pour l'intégralité de l'équipement témoins des épaisseurs mesurées d'origine permettant de définir une vitesse de corrosion enveloppe.



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
 - Adéquate : 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 9. Il précise la liste des modes de dégradation analysés et les éléments de justification permettant de faire apparaître les phénomènes de dégradation potentiels retenus pour l'analyse de la durabilité de la double enveloppe 4620-402 de T3.

| Mode de dégradation | Justification | Mode de dégradation potentiel (Oui / Non) |
|---|---|---|
| Vieillissement induit par contrainte mécanique à basse température | | |
| Fatigue oligocyclique ou à grand nombre de cycles | Les mécanismes de fatigue (cycles T, P) sont pris en compte à la conception suivant un code de calcul dédié aux appareils à pression. | Oui |
| Fatigue vibratoire | La fabrication des supportages suit des règles de conception dédiées issues du référentiel normatif et des standards AREVA | Non |
| Dilatation thermique différentielle | Une seule nuance de matériaux est utilisée pour la fabrication de cet équipement. Les soudures réalisées sur cet équipement sont des soudures homogènes. | Non |
| Concentrations de contraintes | Cet équipement a été conçu, calculé et fabriqué suivant un code de calcul spécifique aux appareils à pression, selon la réglementation en vigueur. | Non |
| Pics locaux de pression | La conception et le fonctionnement suivent des règles dédiées (codes, normes, standards AREVA) permettant d'éviter ce type de phénomène. | Non |
| Fissuration assistée par l'environnement | L'adéquation choix matériaux - environnement a été réalisée de manière à exclure ces modes de vieillissement. Ni les études expérimentales, ni les retours d'expériences n'ont mis en évidence de tels mécanismes pour des évaporateurs en [REDACTED] | Non |
| Vieillissement induit par contrainte mécanique à haute température | | |
| Vieillissement thermique | Les températures vues par l'équipement et les éventuels cycles en température et pression sont trop faibles pour engendrer un vieillissement thermique. | Non |
| Fluage | Le fluage peut se produire pour des aciers inoxydables austénitiques à partir de 350°C. La température maximale d'utilisation de l'équipement est trop faible pour induire un vieillissement thermique. | Non |
| Vieillissement induit par usure mécanique | | |



| | | |
|---|--|-----|
| Usure due au frottement entre deux solides | L'équipement ne contient pas de pièces mobiles en mouvement relatif les unes par rapport aux autres. Il n'y a pas de solide significatif dans le caloporteur ou dans la solution procédé. | Non |
| Usure due au fluide en mouvement | Le caloporteur est de la vapeur d'eau. 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 |
| Vieillessement induit par corrosion à basse température | | |
| 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 fluide procédé n'a pas de caractère corrosif vis-à-vis du [REDACTED]. Néanmoins malgré l'absence de corrosion attendue (cf §9.3.1.1), l'absence de CND réalisable en compensation de l'absence de visuel interne sur l'ESPN, conduit à considérer la probabilité d'apparition de la dégradation par corrosion. L'absence de dégradation étant justifiée par comparaison avec l'équipement témoin retenu. | 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 d'eau, il n'y a aucun 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 une corrosion localisée vis-à-vis du [REDACTED]. - Le caloporteur est constitué de vapeur d'eau, il n'y a aucun risque de corrosion caverneuse du [REDACTED] au niveau de la boucle caloporteur. | Non |



| | | |
|---|---|-----|
| Corrosion humide : intergranulaire | - Le potentiel électrochimique du fluide procédé est tel que le [REDACTED] travaille dans son domaine passif. - Le caloporteur est constitué de vapeur d'eau, il n'y a aucun risque de corrosion intergranulaire du [REDACTED] au niveau de la boucle caloporteur. | Non |
| Corrosion humide : par courant vagabond | Les standards de conception permettent d'éviter ce type de phénomène. | Non |
| Viellissement induit par corrosion à haute température | | |
| Corrosion | Les conditions de fonctionnement ne sont pas réunies pour entraîner ces phénomènes. | Non |
| Viellissement sous irradiation | | |
| Viellissement sous flux neutronique | La fluence neutronique maximale sur l'établissement de La Hague est estimée à $1,3 \cdot 10^{17}$ n/cm ² au bout de 100 ans pour les paniers de stockage des assemblables en piscine. Les études menées en réacteur sur les aciers inoxydables et les alliages en Zirconium montrent que ce flux neutronique devient significatif à partir d'environ 10^{21} n/cm ² . | Non |

Tableau 9 : Liste des modes de dégradation

Les modes de dégradation retenus sont la corrosion par dissolution uniforme et généralisée, et la fatigue. Les phénomènes de dégradation potentiels de la double enveloppe 4620-402 de T3 sont précisés dans le Tableau 10.

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

Tableau 10 : Identification des modes de dégradation de la double enveloppe 4620-402 de T3

9.3.2 Corrosion uniforme et généralisée

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

Des vérifications expérimentales du comportement en corrosion du [REDACTED] dans un milieu représentatif ont été effectuées. Des essais d'immersion ont été menés à [REDACTED] °C dans des résidus organiques concentrés dont la composition est la suivante :

- [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED].

Dans le cas où le milieu est renouvelé (tous les 7 jours au minimum), ce qui est le cas de cet équipement car le résidu organique s'écoule en continu avec un temps de séjour très court, la vitesse de corrosion du [REDACTED] est négligeable [REDACTED].

Les zones, en contact avec le fluide procédé, potentiellement soumises à la corrosion sont identifiées dans le Tableau 11.


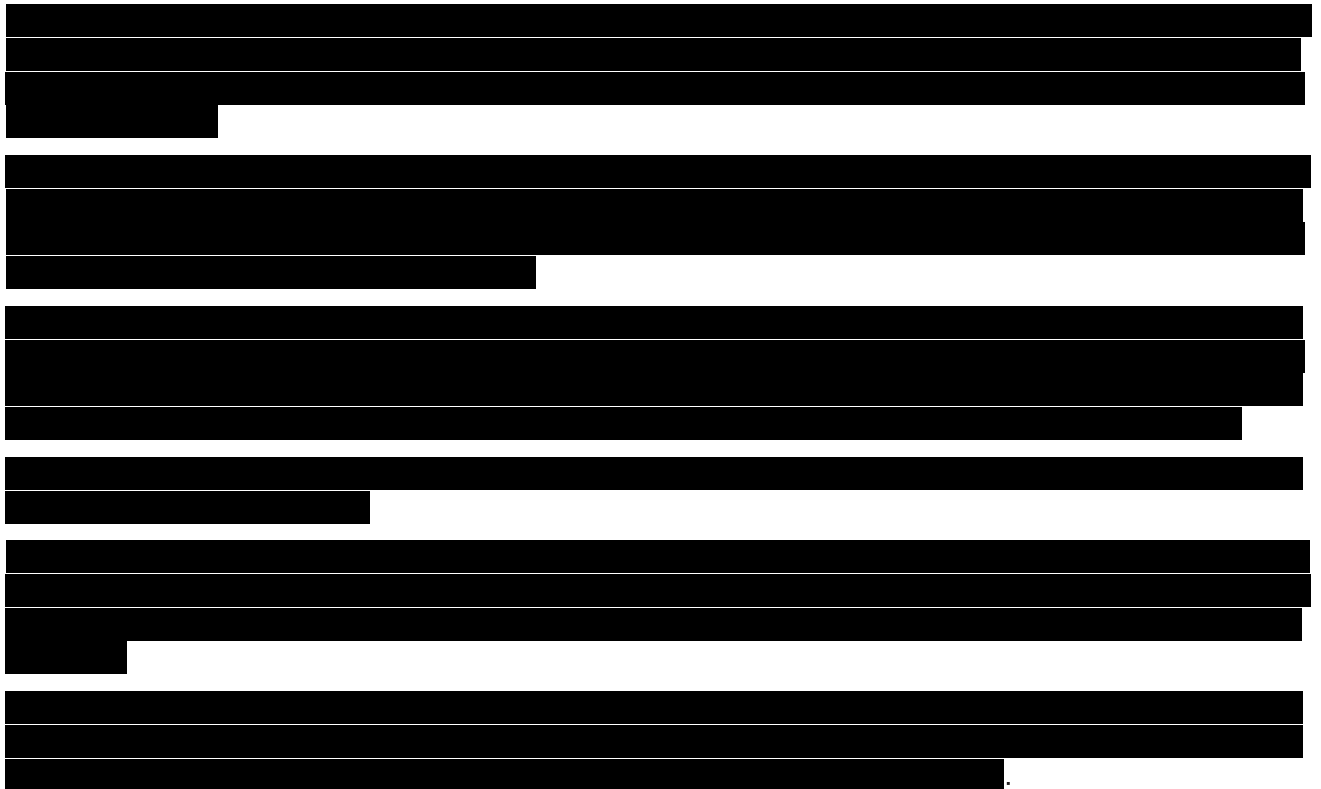
| Zone | Matière | Environnement | Conditions de dimensionnement |
|--------------------------|---------------------|--|---|
| Paroi tuyauterie procédé | Tubes – soudures | Int : effluents organiques Ext : vapeur d'eau |  |

Tableau 11: Zones considérées pour le risque corrosion - Double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3

9.3.2.1.2 Comportement du matériau face à la corrosion : REX sur équipements similaires

9.3.2.1.2.1 Présentation de la situation de la double enveloppe 4620-402 dans le procédé



→ Flux organique principal
 - - - - -> Flux organique secondaire

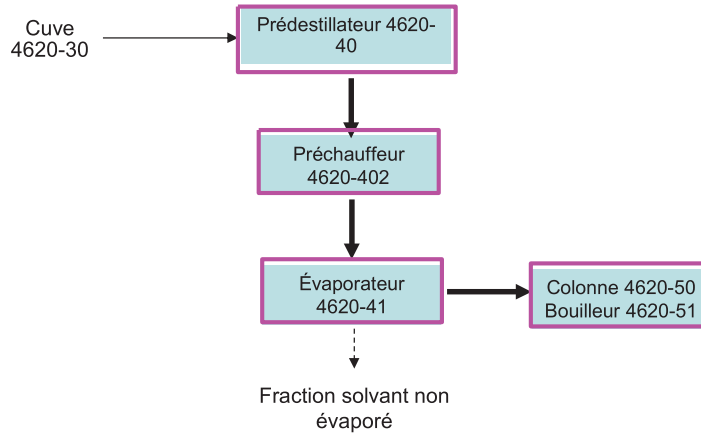


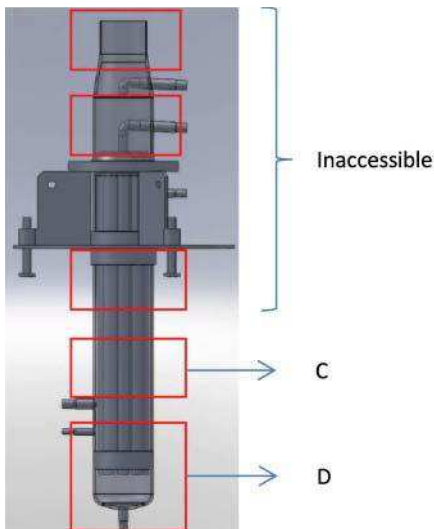
Figure 13 : Logigramme des flux alimentant et sortant de 4620-402 de l'atelier T3

9.3.2.1.2.2 Evaluation des équipements similaires en acier inoxydable de même nuance situés en amont et en aval

a) 4620-40 de l'atelier T3

Les essais expérimentaux ne mettent pas en évidence de corrosion du milieu. La corrosion étant un mécanisme thermiquement activé, le paramètre retenu pour la comparaison est la température.

| comparaison | Milieu | Matériau | Température moyenne procédé |
|-------------|-----------|----------|-----------------------------|
| T3 4620-402 | organique | | |
| T3 4620-40 | organique | | |



| T3 4620-40 | | | | | | | |
|------------|-------|--------|-------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|------------|
| ID zone | Date | Nb pts | Ep. nominale (mm) | Tolérance d'appro. (mm) | Ep. moy. mesurée (mm) | Ecart - type (mm) | Mini. (mm) |
| D' | 01/14 | 12 | | | | | |
| D'' | 01/14 | 4 | | | | | |

L'incertitude de mesure expérimentale évaluée est de ± 0,15 mm.

Seules les zones en contact avec le fluide procédé sont présentées.

Figure 14: Cartographie et relevé des mesures effectuées sur le prédéstillateur 4620-40 de l'atelier T3 [20]

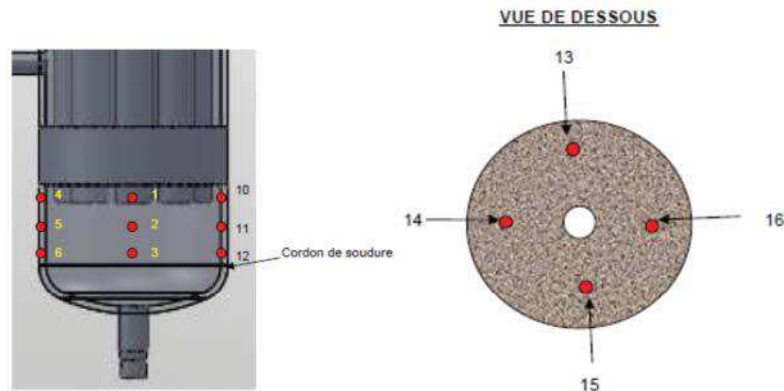
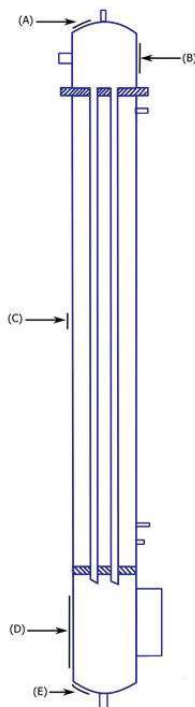


Figure 15: Zone D''

b) 4620-41 de l'atelier T3

Les essais expérimentaux ne mettent pas en évidence de corrosion du milieu. La corrosion étant un mécanisme thermiquement activé, le paramètre retenu pour la comparaison est la température.

| comparaison | Milieu | Matériau | Température moyenne procédé |
|-------------|-----------|----------|-----------------------------|
| T3 4620-402 | organique | ████████ | ████████ |
| T3 4620-41 | organique | ████████ | ████████ |



| T3 4620-41 | | | | | | | |
|------------|-------|--------|-------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|------------|
| ID zone | Date | Nb pts | Ep. nominale (mm) | Tolérance d'appro. (mm) | Ep. moy. mesurée (mm) | Ecart - type (mm) | Mini. (mm) |
| A | 01/14 | 4 | ████ | ████████ | ████ | ████ | ████ |
| B | 01/14 | 9 | ████ | ████████ | ████ | ████ | ████ |
| D | 01/14 | 12 | ████ | ████████ | ████ | ████ | ████ |
| E | 01/14 | 4 | ████ | ████████ | ████ | ████ | ████ |

L'incertitude de mesure expérimentale évaluée est de $\pm 0,2$ mm. Seules les zones en contact avec le fluide procédé sont présentées.

Figure 16: Cartographie et relevé des mesures effectuées sur l'évaporateur 4620-41 de l'atelier T3 [20]

Les zones en contact avec le fluide procédé qui ont été mesurées ne présentent pas de perte d'épaisseur.



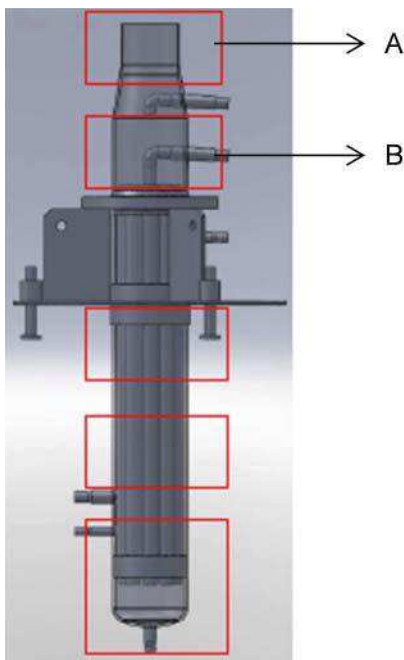
9.3.2.1.2.3 Evaluation des équipements similaires en acier inoxydable de même nuance situés sur l'unité 4620 de l'atelier R2

L'usine UP2-800 a également une unité de traitement des effluents organiques. Le fonctionnement de cette unité et la nature des équipements présents est identique à celle de l'unité 4620 de l'atelier T3 situé sur l'usine UP3. Dans la suite de ce paragraphe sont donc présentés le REX des mesures d'épaisseur sur les équipements similaires de l'unité jumelle 4620 de l'atelier R2.

a) 4620-40 de l'atelier R2

Les essais expérimentaux ne mettent pas en évidence de corrosion du milieu. La corrosion étant un mécanisme thermiquement activé, le paramètre retenu pour la comparaison est la température.

| comparaison | Milieu | Matériau | Température moyenne procédé |
|-------------|-----------|----------|-----------------------------|
| T3 4620-402 | organique | ████████ | ██████ |
| R2 4620-40 | organique | ████████ | ██████ |



| T3 4620-40 | | | | | | | |
|------------|-------|--------|-------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|------------|
| ID zone | Date | Nb pts | Ep. nominale (mm) | Tolérance d'appro. (mm) | Ep. moy. mesurée (mm) | Ecart - type (mm) | Mini. (mm) |
| A | 01/14 | 4 | ████ | ████████ | ████ | ████ | ████ |
| B | 01/14 | 4 | ████ | ████████ | ████ | ████ | ████ |

L'incertitude de mesure expérimentale évaluée est de $\pm 0,2$ mm. Seules les zones en contact avec le fluide procédé sont présentées.

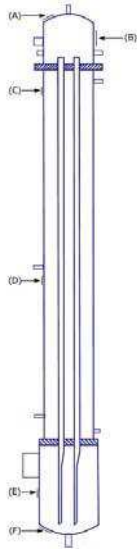
Figure 17: Cartographie et relevé des mesures effectuées sur le prédestillateur 4620-40 de l'atelier R2 [22]

b) 4620-41 de l'atelier R2

Les essais expérimentaux ne mettent pas en évidence de corrosion du milieu. La corrosion étant un mécanisme thermiquement activé, le paramètre retenu pour la comparaison est la température.

| comparaison | Milieu | Matériau | Température moyenne procédé |
|-------------|-----------|----------|-----------------------------|
| T3 4620-402 | organique | ████████ | ██████ |
| R2 4620-41 | organique | ████████ | ██████ |





| T3 4620-41 | | | | | | | |
|------------|-------|--------|-------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|------------|
| ID zone | Date | Nb pts | Ep. nominale (mm) | Tolérance d'appro. (mm) | Ep. moy. mesurée (mm) | Ecart - type (mm) | Mini. (mm) |
| A | 01/14 | 4 | █ | █ | █ | █ | █ |
| | 03/16 | 20 | █ | █ | █ | █ | █ |
| B | 01/14 | 4 | █ | █ | █ | █ | █ |
| | 03/16 | 20 | █ | █ | █ | █ | █ |
| E | 01/14 | 4 | █ | █ | █ | █ | █ |
| | 03/16 | 20 | █ | █ | █ | █ | █ |
| F | 01/14 | 4 | █ | █ | █ | █ | █ |
| | 03/16 | 20 | █ | █ | █ | █ | █ |

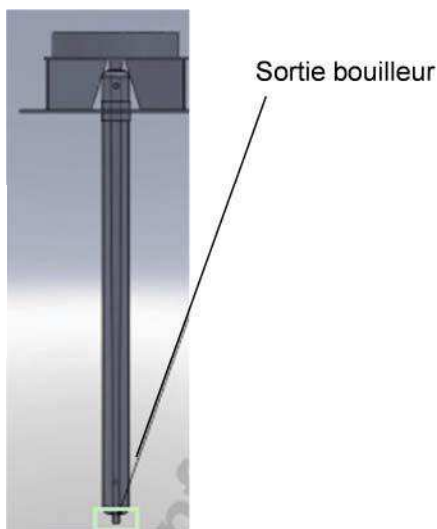
L'incertitude de mesure expérimentale évaluée est de $\pm 0,2$ mm. Seules les zones en contact avec le fluide procédé sont présentées.

Figure 18: Cartographie et relevé des mesures effectuées sur l'évaporateur 4620-41 de l'atelier R2 sur la campagne 2014 [22] et sur la campagne 2016 [23]

c) 4620-51 de l'atelier R2

Les essais expérimentaux ne mettent pas en évidence de corrosion du milieu. La corrosion étant un mécanisme thermiquement activé, le paramètre retenu pour la comparaison est la température.

| comparaison | Milieu | Matériau | Température moyenne procédé |
|-------------|-----------|----------|-----------------------------|
| T3 4620-402 | organique | █ | █ |
| R2 4620-51 | organique | █ | █ |



| T3 4620-41 | | | | | | | |
|------------------|-------|--------|-------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|------------|
| ID zone | Date | Nb pts | Ep. nominale (mm) | Tolérance d'appro. (mm) | Ep. moy. mesurée (mm) | Ecart - type (mm) | Mini. (mm) |
| Sortie bouilleur | 01/14 | 4 | █ | █ | █ | █ | █ |

L'incertitude de mesure expérimentale évaluée est de $\pm 0,2$ mm. Seules les zones en contact avec le fluide procédé sont présentées.

Figure 19: Cartographie et relevé des mesures effectuées sur l'évaporateur 4620-51 de l'atelier R2 [24]

Les zones en contact avec le fluide procédé qui ont été mesurées ne présentent pas de perte d'épaisseur.



9.3.2.1.2.4 Conclusion

En synthèse et afin de considérer la probabilité d'apparition du mécanisme de corrosion sur le double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3, il est important de rappeler que :

- 1) Les résultats des essais de corrosion réalisés dans un milieu représentatif du milieu de la double enveloppe 4620-402 n'ont pas montré de pertes d'épaisseurs significatives
- 2) Les mesures d'épaisseur réalisées sur des équipements similaires ayant fonctionnés pendant plus de 20 ans n'indiquent pas de pertes d'épaisseur significatives en cohérence avec les essais corrosions.

Ces justificatifs permettent de considérer une probabilité d'apparition faible du mécanisme de corrosion.

9.3.2.1.3 Probabilité d'apparition de la dégradation de type corrosion

Au vu des éléments cités ci - dessus et conformément aux critères du « Guide des conditions particulières d'application du Titre III du décret 99.1046 [7] aux Equipements Sous Pression Nucléaire » [2], 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 de la double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de T3 des conditions de température comme précisé au §9.2.4.2 permet de contrôler le fonctionnement de la double enveloppe dans les conditions prévues à la conception. Les paramètres suivis sont intégrés au POES de l'équipement [25].

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 12 et intégrées au POES de l'équipement [25].

| Exigences opérationnelles | Périodicité |
|--|-------------|
| Mesures d'épaisseurs sur zones accessibles de l'équipement témoin 4620-41 de l'atelier T3 (Zones A, B, D, E de la Figure 12 du §9.2.3.1.3) | 40 mois |
| Vérification visuelle partielle de la surface externe de la double enveloppe (cf. [14]) | 40 mois |

Tableau 12 : Dispositions particulières mises en œuvre pour encadrer la corrosion

Le visuel partiel de la surface externe de la double enveloppe (§ 9.2.2) et les mesures d'épaisseurs, explicitées au §9.2.3.1.3, 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 ne sont pas réalisées directement sur 4620-402 de l'atelier T3 (Tableau 12)

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

9.3.2.4 Niveau du facteur de dégradation

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

- Corrosion
 - Probabilité de l'apparition de la dégradation (voir § 9.3.2.1.3) : **Faible**
 - Niveau de maîtrise des conditions d'exploitation (voir § 9.3.2.2) : **Maitrisées**
 - Adéquation des inspections aux dégradations (voir § 9.3.2.3) : **Absence d'inspection**

| 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 20– Matrice de niveau du facteur corrosion

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

- Corrosion : **Niveau 2.**

9.3.3 Fatigue-fluage

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.

La note de calcul [18] justifie d'un bon dimensionnement de l'équipement à ce mode de dégradation.

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



9.3.3.2 Détermination de la maîtrise des conditions d'exploitation

Un suivi en exploitation au niveau de la double enveloppe 4620-402 du paramètre température de l'équipement permet d'encadrer ce mode de dégradation.

Le paramètre suivi est présenté dans le Tableau 13 et intégré au POES de l'équipement [25] :

| Identification équipements ou seuil | Type de suivi |
|---|---------------|
| Suivi et enregistrement de la température procédé au niveau de la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3 | Relevé valeur |
| Suivi et enregistrement de la pression de la boucle | Relevé valeur |

Tableau 13: Paramètre suivi pour encadrer la fatigue

Un historique des cycles thermique et pression a été constitué [21].

L'exploitation de cet historique permet de conforter les marges restantes pour l'exploitation de la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3 (voir § 9.2.4.1).

L'analyse des cycles faite au travers de l'étude sur la Maitrise 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 14 et intégrées au POES de l'équipement [25] :

| Exigences opérationnelles | Périodicité |
|--|-------------|
| Vérification visuelle de la surface externe partielle du bouilleur (cf. [14]) | 40 mois |
| Bilan des cycles réels en pression et en température | 12 mois |

Tableau 14: Dispositions particulières mises en œuvre pour encadrer la fatigue

Les conditions de température sont déjà suivies et analysées (voir § 9.3.3.2). 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 [7] aux Equipements Sous Pression Nucléaire » [2], l'adéquation des inspections à ce type de dégradation est évaluée comme étant « **Pas totalement adéquate** ».

9.3.3.4 Niveau du facteur de dégradation

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

- Fatigue
 - Probabilité de l'apparition de la dégradation (voir § 9.3.3.1) : **Faible**
 - Niveau de maîtrise des conditions d'exploitation (voir § 9.3.3.2) : **Maitrisées**
 - Adéquation des inspections aux dégradations (voir § 9.3.3.3) : **Pas totalement adéquate**

| Probabilité d'apparition 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 21 – Matrice de niveau du facteur fatigue

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

- Fatigue : **Niveau 1.**

9.3.4 Facteur Global de dégradation de sécurité de l'équipement

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

Pour le la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3, on a :

- Corrosion (voir § 9.3.2.4) : **Niveau 2.**
- Fatigue-fluage (voir § 9.3.2.4) : **Niveau 1.**

Après analyse de tous les facteurs de dégradation de l'équipement, le niveau global de dégradation attribuable à l'équipement est **Niveau 2.**



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 § 9.1.7) : **Niveau 2.**
- Facteur Etat (voir § 9.2.5) : **Niveau 3.**
- Facteur Dégradation (voir § 9.3.3.4) : **Niveau 2.**

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

De manière conservatrice la méthodologie [13], en l'absence de mesure d'épaisseur sur l'équipement, pour l'ensemble des zones jugées sensibles, conduit à positionner l'équipement en risque de défaillance fort.

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



10 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 [3].

Cependant, l'applicabilité de cette méthodologie dépend du niveau de sécurité retenu (voir § 9.4) pour l'ESPN. Dans le cas de la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3, le niveau de sécurité retenu présente un risque de défaillance fort notamment du fait de l'évaluation du facteur état pour lequel l'équipement présente des dégradations potentiel 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 l'équipement (mesure d'épaisseur) et par l'absence de mesure sur la zone la plus sensible de l'équipement retenu comme témoins et ce même si les résultats des essais corrosion représentatif des conditions de fonctionnement donne une vitesse de corrosion [REDACTED].

Le tableau suivant permet de présenter une étude de vulnérabilité de l'équipement 4620-402 de l'atelier T3.

| 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"> - Choix d'une nuance de matériau adaptée - Note de calcul statique - Prise en compte d'une épaisseur consommable | <ul style="list-style-type: none"> - Essais corrosion dans un milieu représentatif ($T^{\circ} \gg T^{\circ}$ double enveloppe) donne une vitesse de corrosion inférieure à [REDACTED] - DMF estimé [REDACTED] | <ul style="list-style-type: none"> - Mesures d'épaisseurs de l'équipement témoin - test en pression - Suivi des conditions de fonctionnement (température) |
| Fatigue | Fissuration | <ul style="list-style-type: none"> - Note de calcul en fatigue - contrôle des soudures | <ul style="list-style-type: none"> - Détermination d'une marge à la fatigue vis-à-vis du nombre de cycles admissibles en température et en pression pour l'équipement - DMF estimé [REDACTED] | <ul style="list-style-type: none"> - Bilan du nombre de cycles réels en température et en pression subis par l'équipement - Visuel partiel - Test en pression |

Figure 22 – Etude de vulnérabilité de l'équipement



11 EVALUATION DES CONSEQUENCES DE LA DEFAILLANCE DE L'ESPN

Les conséquences de la défaillance de la double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de T3 sur les intérêts protégés mentionnés à l'article L.593-1 du Code de l'Environnement sont évaluées dans l'analyse de sûreté référencée [5].

Pour mémoire, les intérêts protégés sont :

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

11.1 RETOUR D'EXPERIENCE (REX)

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

11.2 RAPPEL DES CARACTERISTIQUES DE L'ESPN

Classement de l'ESPN

La double enveloppe sur tuyauterie 4620-402 de l'Atelier T3 est un ESPN de niveau N3 et de catégorie II. 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.

Classement EIP

L'ESPN est classé EIP de rang 3 au titre de la fonction de « confinement statique de la 1^{ère} barrière du 1^{er} système ».

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 en application du principe de défense en profondeur.

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

Il est composé de deux barrières :

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



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.

Le confinement statique ainsi obtenu est complété par un confinement dynamique assuré par les réseaux de ventilation spécifiques à chaque système :

- réseau de ventilation procédé et réseau Haute Dépression (HD) pour le premier système de confinement,
- réseau de ventilation Moyenne Dépression (MD) pour le deuxième système de confinement.

Le confinement dynamique a pour principale fonction d'assurer un sens d'air des zones à moindre risque de dispersion de matières radioactives vers les zones à risque plus élevé.

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].

Scénario 1 :

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

Scénario 2 :

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

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

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

Scénario 3 :

La présence de personnel en cellule est exclue.

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

Le DED majorant à proximité des caissons filtres est estimé à $\blacksquare \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ et celui à proximité d'un conduit de ventilation à $\blacksquare \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$.

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



De façon plus générale, les différents dispositifs de détection radiologique (CRP) des locaux accessibles de l'atelier T3 permettent l'évacuation rapide du personnel présent en cas de risque radiologique.

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

Scénario 4 :

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

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

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

Les différents dispositifs de détection radiologique (CRP) des locaux accessibles de l'atelier T3 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.

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

Les scénarios hautement pénalisants sont les scénarios 3 et 4.

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

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

L'impact maximal serait de $\blacksquare \mu\text{Sv}$ (nourrisson à Digulleville).

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

L'impact maximal serait, pour le scénario 4, de $\blacksquare \mu\text{Sv}$ (nourrisson à Digulleville).

Les mécanismes d'endommagement conduisant à de tels scénarios 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 |
| Requalification périodique | 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) |
| | Epreuve Hydraulique Arrêté [2]- Annexe 6 - § 2 | 60 mois [2] | Oui |
| § 7.1.2.1 du guide AQUAP 2010/01 [13] : Vérification finale de l'évaluation de la conformité après modification | - Vérification intérieure et extérieure qui peut être limitée à la partie réparée ou modifiée. | - | Partielle (S = surface visible, visuel externe 10%<S<20% de la surface de l'ESPN) |

Tableau 15 : Faisabilité des dispositions réglementaires sur l'équipement 4620-402 de l'atelier T3

13 PERIMETRE DE LA DEMANDE D'AMENAGEMENT POUR LE SUIVI EN SERVICE ET POUR LA VERIFICATION FINALE DE LA MODIFICATION NOTABLE

Dans l'impossibilité d'effectuer la totalité des gestes réglementaires requis par les annexes 5 et 6 de l'arrêté 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 :

| Dispositions particulières | | Périodicité proposée |
|--|---|---|
| Gestes compensatoires à l'inspection périodique (§3 de l'annexe 5 de l'arrêté ESPN [2]) | Vérification visuelle extérieure partielle de l'équipement | 40 mois (S = surface visible, visuel externe 10%<S<20% de la surface de l'ESPN) [25] |
| | Mesures d'épaisseur sur zones accessibles de l'équipement témoin (4620-41 de l'atelier T3 *) Voir zone A, B, D, E de la Figure 16 | 40 mois [25] |
| | Bilan des cycles réels en température et pression | 12 mois [25] |
| | Epreuve Hydraulique | 24 mois [25] |
| Requalification périodique (annexe 6 de l'arrêté ESPN [2]) | Vérification de l'adéquation documentaire Arrêté [2] - Annexe 6 - § 2 | 60 mois [25] |
| | Vérification visuelle extérieure partielle de l'équipement | 60 mois (S = surface visible, visuel externe 10%<S<20% de la surface de l'ESPN) [25] |
| | Epreuve Hydraulique Arrêté [2]- Annexe 6 - § 2 | 60 mois [25] |
| § 7.1.2.1 du guide AQUAP 2010/01 [13] : Vérification finale de l'évaluation de la conformité après modification (§4.2 de l'annexe 5 de l'arrêté ESPN [2]) | Inspection visuelle extérieure partielle (S = surface visible, visuel externe 10%<S<20% de la surface de l'ESPN) | |
| | Absence d'examen des parois en épreuve au contact. | |
| | Mise en pression en zone 4 avec surveillance, enregistrement et suivi de la pression) depuis un local en zone accessible. L'Epreuve étant réalisée lors d'une requalification partielle de l'équipement à 120 % de la PS. | |

Tableau 16 : disposition particulières pour l'équipement 4620-402 de l'atelier T3

* Les mesures d'épaisseurs seront réalisées sur l'équipement témoin, à savoir l'évaporateur 4620-41, Toute évolution de la cinétique de corrosion prévue sur cet équipement fera l'objet d'une analyse sur la double enveloppe 4620-402 de l'atelier T3

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

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

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

