

Date d'application : **08 DEC. 2016****NOTE SITE****NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1
ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE**

D453416077129

Indice : 01

25 pages

Annule et remplace le document référencé :

Document(s) associé(s) :

Domaine :

Thème :

Résumé : Les fonds primaires des GV/RA 257 (GV3) et GV/RA258 (GV1) installés à Tricastin 3 sont des pièces forgées écrasées issues de lingots conventionnels de fabrication respective JCFC et Creusot Forge. A ce titre, leur zone centrale est susceptible de présenter une zone de ségrégation majeure positive résiduelle en carbone. L'analyse proposée dans ce document évalue l'impact d'un abaissement local des propriétés de ténacité du matériau, lié à la présence de la ségrégation, vis-à-vis du risque de rupture brutale. Les résultats obtenus ne remettent pas en cause l'exigence définie d'intégrité, en toutes situations et donc l'aptitude au service de ces composants.

Qualité surveillée : OUI

Accessibilité : INTERNE

Rédacteur		Contrôleur		Approbateur	
Nom/Site	Visa	Nom/Site	Visa	Nom/Site	Visa

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 2/25
		D453416077129	

Diffusion

Destinataire(s)	Nbre	Destinataire(s)	Nbre
		ASN Lyon	

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 3/25
		D453416077129	

SOMMAIRE

		Page
1.	OBJET	4
2.	DEMARCHE DE JUSTIFICATION	4
2.1.	CONNAISSANCE DE LA ZONE SEGREGEE ET RESULTAT DES MESURES DE TAUX DE CARBONE	4
2.1.1.	CAS DU GV/RA 258 – GV1 (GV CREUSOT FORGE).....	4
2.1.2.	CAS DU GV/RA 257 – GV3 (GV JCFC)	6
2.2.	PROPRIETE DE TENACITE ET DECALAGE DE RT _{NDT} A CONSIDERER TENANT COMPTE D'UNE SEGREGATION MAJEURE POSITIVE RESIDUELLE EN CARBONE	7
2.3.	DEFAUTS POSTULES.....	8
2.3.1.	CND DE FABRICATION.....	8
2.3.2.	EXAMENS COMPLEMENTAIRES REALISES EN 2016	10
2.3.2.1.	RESSUAGE.....	10
2.3.2.2.	END VOLUMIQUE	11
2.3.3.	DEFAUTS POSTULES A PRENDRE EN COMPTE DANS LES ANALYSES MECANIQUES	11
2.4.	SITUATIONS CONSIDEREES.....	13
2.4.1.	METHODE D'ANALYSE.....	14
3.	RESULTATS DES ANALYSES MECANIQUES	15
3.1.	TRANSITOIRES DE CHOCS CHAUDS	15
3.1.1.	AUGMENTATION DE RT _{NDT} DE ET °C.....	16
3.1.2.	AUGMENTATION DE RT _{NDT} DE ET °C (FOND JCFC GV/RA 257).....	17
3.2.	TRANSITOIRES DE CHOCS FROIDS (FOND JCFC GV/RA 257).....	19
4.	PROGRAMME SUR PIECES SACRIFICIELLES	21
5.	CONCLUSION	21
6.	REFERENCES.....	24

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 4/25
		D453416077129	

1. OBJET

Les fonds primaires des GV/RA 257 (GV3) et GV/RA 258 (GV1) installés à Tricastin 3 sont des pièces forgées écrasées issues de lingots conventionnels de fabrication respective JCFC (Japan Casting Forging Corporation, 120 tonnes) et CF (Creusot Forge, 150 tonnes)¹. A ce titre, leur zone centrale est susceptible de présenter une zone de ségrégation majeure positive résiduelle

L'objectif de ce document est de justifier la tenue en service de ces fonds primaires en évaluant l'impact d'un abaissement local potentiel des propriétés de ténacité du matériau, lié à la présence de la ségrégation majeure positive en carbone, vis-à-vis du risque de rupture brutale.

2. DEMARCHE DE JUSTIFICATION

L'analyse de nocivité des défauts postulés dans les fonds primaires des GV/RA 257 et GV/RA 258 est présentée dans les documents [3], [4] et [5].

Ces documents évaluent, dans le domaine fragile et de la transition, l'impact d'un abaissement local potentiel des propriétés de ténacité. Il s'agit plus précisément d'étudier la stabilité d'un défaut postulé dans la pièce en considérant une RT_{NDT} fin de vie pour laquelle les effets du vieillissement et de la ségrégation sont pris en compte.

2.1. CONNAISSANCE DE LA ZONE SEGREGEE ET RESULTAT DES MESURES DE TAUX DE CARBONE

Des mesures ont été réalisées par spectrométrie d'émission optique à source étincelle sur la surface des fonds primaires des GV/RA 257 et GV/RA 258 dans l'objectif de délimiter l'extension de la zone de ségrégation majeure positive en carbone. Les incertitudes de mesure sont évaluées

2.1.1. CAS DU GV/RA 258 – GV1 (GV CREUSOT FORGE)

Le maillage principal correspond à un pas de mesure de 50 mm sur 8 axes (cf. figure 1). Les mesures sont réalisées sur chaque axe tant que deux valeurs consécutives ne sont pas inférieures à 0,22%.

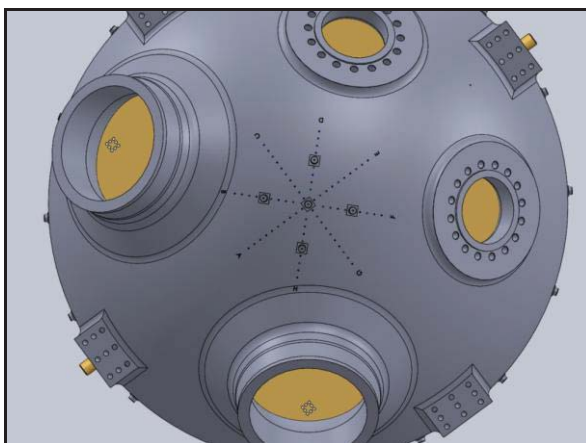


Figure 1 : Maillage principal des points de mesure par spectrométrie (pointillé noir).

¹ Le fond primaire du GV/RA 256 également installé à Tricastin 3 est une pièce forgée écrasée issue d'un lingot LSD. Il n'est donc pas concerné par la problématique.

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 5/25
		D453416077129	

Un maillage complémentaire a ensuite été proposé dans le secteur présentant les valeurs maximales et au voisinage d'une tubulure.

Les résultats obtenus sont reportés sur la représentation graphique simplifiée de la figure 2.

Figure 2 : Cartographie de la zone ségréguée du fond primaire du GV/RA 258 de TRI3.

Les résultats de ces mesures sont les suivants :

- Une zone ségréguée au centre du bol présentant un rayon qui peut atteindre 400mm. Elle est excentrée d'environ 150 mm du centre géométrique et se développe sur les axes 143°30', 188°30', 233°30' (A, B et C) avec un maximum détecté de 0,29% entre les axes 188°30' et 233°30' (B et C).
- Des zones non ségréguées au voisinage des tubulures les valeurs mesurées étant en dessous de 0,22%.

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 6/25
		D453416077129	

2.1.2. CAS DU GV/RA 257 – GV3 (GV JCFC)

Les fonds primaires de fabrication JCFC présentent une zone décarburée en surface externe. Toutefois, pour les fonds JCFC issus des lingots 120 tonnes, de modèle 47/22 avec pieds intégrés, un méplat central a été usiné en surface externe après traitement thermique (cas du GV/RA 257 de TRI3). Cet usinage est suffisant pour retirer la couche décarburée, ainsi des mesures par spectrométrie optique à source étincelle ont été réalisées dans cette zone.

Les zones au voisinage des tubulures sont également des zones usinées. Elles peuvent faire l'objet de mesures de taux de carbone par spectrométrie d'émission optique à source étincelle.

Le maillage retenu et les résultats obtenus sont détaillés et rappelés sur la représentation graphique simplifiée suivante :

Figure 3 : Résultats obtenus sur le GV/RA 257 de TRI3.

Ces mesures mettent en évidence :

- une zone ségrégée au centre du bol avec des teneurs en carbone maximales détectées atteignant jusqu'à 0,39%.
- Au niveau des tubulures, une zone ségrégée a été caractérisée avec des valeurs maximales détectées atteignant 0,28% de carbone (tubulures TB et TH).

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRE DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 7/25
		D453416077129	

2.2. PROPRIETE DE TENACITE ET DECALAGE DE RT_{NDT} A CONSIDERER TENANT COMPTE D'UNE SEGREGATION MAJEURE POSITIVE RESIDUELLE EN CARBONE

La ténacité KIC du matériau est définie selon le paragraphe ZG 6110 du code RCC-M :

- T est la température du matériau à l'instant et à l'extrémité du défaut où l'analyse est effectuée
- RT_{NDT} est la température de transition de référence du matériau

La valeur de RT_{NDT} fin de vie retenue prend en compte les effets de vieillissement et de la ségrégation et est déterminée suivant la formule suivante :

$$RT_{NDT} = RT_{NDT}^{initiale} + \Delta RT_{NDT}^v + \Delta RT_{NDT}^{seg}$$

Avec :

- $RT_{NDT}^{initiale}$ = RT_{NDT} de recette du fond primaire hors effet de ségrégation majeure positive en carbone.

Les valeurs retenues correspondent à la valeur de recette pour le fond du GV/RA 257 (°C) et à la valeur maximale spécifiée (°C) pour le fond du GV/RA 258, celui-ci ayant fait l'objet, conformément au RCC-M, d'une seule vérification du respect du critère. Pour le GV/RA 258, cette dernière n'est pas remise en cause par l'éventuelle incertitude de la détermination de la température T_{NDT} au Creusot. Cette conclusion repose sur les arguments suivants :

- L'essai Pellini est un essai d'arrêt dans le métal de base et le préchauffage impacte la ZAT sous cordon,
- Des vérifications expérimentales existent et montrent l'absence d'effet notable du préchauffage dans les conditions du RCC-M et du CPFC (avec des éprouvettes Pellini fabriquées avec un bi-cordon).

- ΔRT_{NDT}^v = décalage de RT_{NDT} tenant compte des effets de vieillissement.

Le décalage retenu est égal à °C selon le chapitre ZG 6120 du code RCC-M.

- ΔRT_{NDT}^{seg} = décalage de RT_{NDT} tenant compte d'un effet de ségrégation majeure positive en carbone.

Les mesures de taux de carbone présentées dans le paragraphe précédent conduisent à considérer des zones moins ségréguées d'une part, regroupant :

- les zones de transitions des tubulures du GV/RA 257,
- la paroi interne du fond primaire GV/RA 257 pour laquelle la teneur maximale en carbone en peau interne peut être évaluée de manière conservatrice à 0,26 %
- la paroi externe du fond primaire GV/RA 258.

Et une zone plus ségréguée d'autre part, correspondant à la zone centrale en peau externe du fond primaire du GV/RA n°257.

Pour les premières zones, en accord avec le REX obtenu sur les calottes de Flamanville 3 et l'exploitation des essais de résilience réalisés sur le fond sacrificiel, caractérisé lors de la qualification technique ESPN puis dans le cadre d'un programme de R&D, deux décalages ΔRT_{NDT}^{seg} de °C et °C sont retenus.

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 8/25
		D453416077129	

Pour l'autre zone, deux décalages additionnels de RT_{NDT} de et °C viennent compléter l'analyse de l'impact d'un abaissement de propriété de ténacité du fait d'une ségrégation carbone. Ces valeurs additionnelles sont cohérentes avec le décalage enveloppe de RT_{NDT} de °C associé à la présence d'une zone de ségrégation majeure positive pouvant atteindre 0,39% de carbone

L'ensemble des analyses mécaniques relatives à l'étude de tenue à la rupture brutale de défauts postulés dans les zones ségréguées, avec prise en compte des valeurs enveloppes de décalages de RT_{NDT} , est développé dans la présente note. L'influence des transitoires de types chocs chauds et froids est prise en compte.

2.3. DEFAUTS POSTULES

Les défauts potentiels générés par le procédé de fabrication des fonds primaires JCFC et Creusot Forge ont été identifiés.

Les défauts inacceptables retenus sont :

- Les inclusions exogènes,
- Les replis-criques,
- Les défauts dus à l'hydrogène (DDH),
- Les défauts de surface en arrondis de tubulure liés à l'extrusion.

Cette analyse a été formalisée dans le cadre des premières fabrications de GV de rechange ESPN. Au vu des similarités de gammes de fabrication, elle peut être élargie aux fonds primaires JCFC et Creusot Forge obtenus à partir d'un lingot conventionnel.

Seule l'hypothèse d'élimination des défauts par l'usinage des surfaces n'est pas transposable aux surfaces externes des bols des fonds. Le contrôle complémentaire par ressuage réalisé en exploitation permet de se prémunir de la présence de tels défauts.

L'analyse réalisée, complétée par une relecture des procès verbaux disponibles dans les rapports de fin de fabrication , montre qu'aucun défaut inacceptable n'a été détecté lors des CND mis en œuvre en fin de fabrication.

2.3.1. CND DE FABRICATION

Ces contrôles correspondent à :

- **Des contrôles volumiques par ultrasons** réalisés conformément au MC2300 après usinage final ou à un stade aussi avancé que possible pour les parties non contrôlables au stade final. Les zones inspectées correspondent à 100 % du volume de la pièce, y compris les tubulures. L'exploration est effectuée au demi-bond à partir de la surface interne en :

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 9/25
		D453416077129	

Des travaux d'illustrations de performances visant à établir les capacités des CND UT vis-à-vis des défauts postulés pour les analyses mécaniques sont rappelés . Les résultats sont détaillés ci après :

- En zone centrale et en zone courante des tubulures :

Des essais sur maquettes représentatives ont montré que le contrôle permet :

- La mise en évidence de défauts débouchants en paroi externe, d'orientation radiale ou circonférentielle et de dimensions x mm,
- La mise en évidence de défauts non débouchants d'orientation radiale ou circonférentielle et de dimensions x mm présentant un ligament par rapport à la paroi externe inférieur ou égal à mm,

Par ailleurs, des travaux de simulation illustrent la capacité du contrôle de fabrication à mettre en évidence des défauts d'orientation circonférentielle ou longitudinale, de dimensions x mm et présentant un ligament de mm par rapport à la paroi externe,

- En zone de transition des tubulures :

Des travaux de simulation démontrent la capacité du contrôle de fabrication à mettre en évidence des défauts circonférentiels, pouvant être localisés en toute position dans le volume de la zone contrôlée et de dimensions x mm,

Le CND est en capacité de détecter un défaut d'orientation circonférentielle, de dimension x mm, débouchant perpendiculairement en paroi externe ou présentant un faible ligament par rapport à la paroi externe.

En conclusion, les CND UT mis en œuvre lors de la fabrication ont des performances suffisantes pour détecter les défauts postulés dans les analyses mécaniques.

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRE DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 10/25
		D453416077129	

- **Un contrôle par ressuage** réalisé au stade final sur l'ensemble des surfaces à revêtir en paroi interne du bol. Le seuil de prise en compte et les critères de rejet des indications de surface requis par la spécification M2143 sont les suivants :

- **Un contrôle par magnétoscopie** réalisé au stade final. Les zones inspectées correspondent aux surfaces internes et externes de la tubulure et jusqu'à 225 mm mini du congé de raccordement sur les surfaces interne et externe du bol. Le seuil de prise en compte et les critères de rejet des indications de surface requis par la spécification M2143 sont les suivants :

2.3.2. EXAMENS COMPLÉMENTAIRES RÉALISÉS EN 2016

2.3.2.1. RESSUAGE

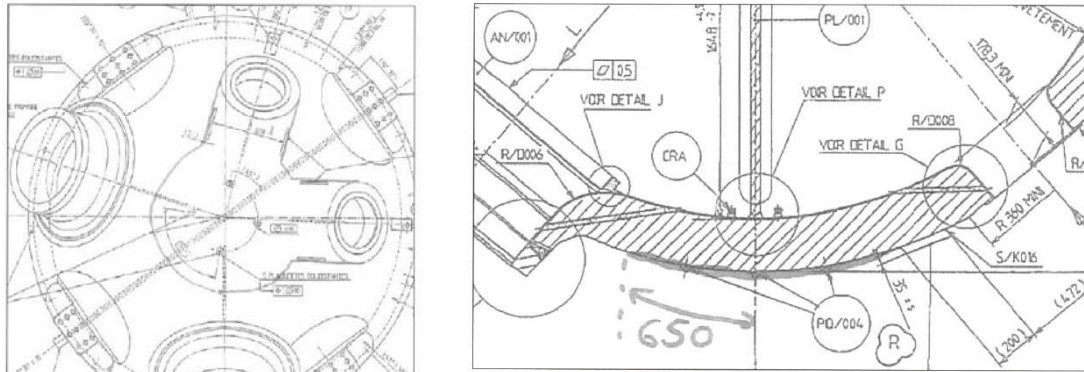
Pour les zones non couvertes par la magnétoscopie, **un examen complémentaire par ressuage** a été mis en œuvre en exploitation en 2016. La zone examinée est définie pour compléter le contrôle surfacique réalisé par magnétoscopie en fabrication sur les tubulures tout en assurant une zone de recouvrement significative entre les deux zones . Elle comprend :

- Une zone centrée sur le fond de GV de diamètre 1300 mm,
- Une prolongation de cette zone en direction des deux trous d'homme primaire (jusqu'au raccordement des fonds primaires et des trous d'homme primaires à l'exclusion de la soudure),
- Les seuils retenus sont toute indication linéaire de longueur supérieure ou égale à mm pour le seuil de notation et à mm pour le seuil de caractérisation.

Aucune indication n'a été notée lors de ce contrôle complémentaire sur les fonds primaires des GV/RA 257 et GV/RA 258 installés à Tricastin 3

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRE DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 11/25
		D453416077129	



Cotes en mm et schémas sans échelle.

Figure 4 : zone du ressuage effectué en 2016 sur les fonds GV/RA 257 et GV/RA 258 de TRI3

2.3.2.2. END VOLUMIQUE

Le procédé de fabrication du fond concerné ne conduit pas à suspecter la présence de défaut volumique, y compris dans la zone de transition des tubulures. Les résultats des CND mis en œuvre en fabrication confirment cette conclusion.

Néanmoins des contrôles volumiques complémentaires par ultrasons ont été mis en œuvre en exploitation :

- Par ultrasons sur la zone centrale du fond primaire (zone d'examen de rayon 650 mm) de la paroi externe jusqu'à la mi-épaisseur

Le procédé utilisé permet de détecter dans la zone d'examen et jusqu'à mm de profondeur tout défaut plan non débouchant de hauteur mm et de longueur mm, de forme elliptique et d'orientation radiale.

Pour les fonds GV/RA 257 et GV/RA 258 de Tricastin 3, l'examen par ultrasons permet de conclure à l'absence de défaut plan tel que défini précédemment dans la zone couverte par le procédé.

- Par ultrasons sur la zone de transition des tubulures sur un secteur angulaire s'étendant entre 0 et 180° par rapport à l'axe de chaque tubulure

Le procédé utilisé permet de détecter tout défaut plan de . x mm perpendiculaire à la face de sondage (externe) et d'orientation longitudinale (dans l'axe de la tubulure) et présentant un ligament inférieur à mm.

Pour le fond GV/RA 257 de Tricastin 3, l'examen par ultrasons permet de conclure à l'absence de défaut plan tel que défini précédemment dans le volume examiné.

Les performances des Contrôles Non Destructifs réalisés en fabrication et des Examens Non Destructifs réalisés en exploitation dans ces différentes zones, montrent que la détection des défauts postulés dans les analyses mécaniques (cf. 2.3.3) est assurée

2.3.3. DÉFAUTS POSTULÉS À PRENDRE EN COMPTE DANS LES ANALYSES MÉCANIQUES

L'analyse des gammes de fabrication, et particulièrement des taux de corroyage élevés ne conduit pas à suspecter la présence de défauts dans le volume de la pièce.

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRE DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 12/25
		D453416077129	

Pour la surface externe, cette conclusion est confirmée par l'analyse des CND de fabrication et vérifiée en zone centrale par des END complémentaires mis en œuvre en exploitation (cf. §2.3.2).

Dans le cas particulier des tubulures, les taux de corroyage élevés permettent de la même façon d'exclure la présence de défaut dans le volume. Par ailleurs, l'opération d'extrusion des tubulures ne conduit pas à générer des défauts dans le volume mais peut générer des défauts en surface interne et externe du type replis de matière en peau externe ou ouverture de défauts surfaciques en peau interne. Ce risque est couvert par le CND par magnétoscopie dont les résultats confirment l'absence de défauts surfaciques

Concernant le GV/RA 257 (GV pour lequel la ségrégation est importante en peau externe et l'hypothèse d'une potentielle extension de la ségrégation jusqu'à la peau interne doit être considérée), cette conclusion est confirmée par l'analyse des CND de fabrication. Concernant le cas hypothétique des Défauts Sous Revêtement (DSR), il peut être noté que, d'une part, les précautions de fabrication vis-à-vis de la fissuration à froid ont été prises en fabrication, et que, d'autre part, dans la partie centrale des fonds, le revêtement a été déposé à l'électrode enrobée, ce qui conduit à des Zones Affectées Thermiquement (ZAT) de faible profondeur (inférieure à mm). Au delà de cette zone centrale d'un diamètre de mm, le fond est revêtu par un procédé automatique qui engendre une taille de ZAT inférieure à mm.

Les défauts postulés dans les analyses mécaniques sont les suivants selon les zones d'études :

- En peau externe (sensible aux chocs chauds) : défaut semi elliptique de dimensions x mm situé dans le bol, hors zones de transitions des tubulures, et défaut semi elliptique de dimensions x mm et x mm dans les zones de transitions des tubulures. Depuis l'émission de la note [3], les études complémentaires sur la détection des défauts proches de la surface externe sur la zone de transition des tubulures permettraient de réduire la taille du défaut postulé de x mm à x mm pour le GV/RA 257, compte tenu des UT réalisés dans cette zone.
- En peau interne (sensible aux chocs froids) : défaut semi elliptique de dimensions x mm couvrant les éventuels défauts sous revêtement compte tenu de la ZAT liée au procédé de soudage, uniquement applicable sur le GV/RA n°257.

Ces défauts postulés sont placés selon différents axes par rapport au centre géométrique du fond primaire, sur une distance au centre suffisante pour couvrir l'étendue de la zone ségrégée et suivant deux orientations.

Plusieurs zones sont distinguées en fonction de la distance au centre géométrique du fond primaire :

- Entre 0 et 300 mm du centre du fond,
- Entre 300 et 700 mm du centre du fond (cette plage permet de couvrir le raccordement entre le fond primaire sphérique et la tubulure),
- Pour une distance supérieure à 700 mm du centre du fond, à l'exclusion des zones dites de transitions définies ci-après,
- Dans les zones de transition des tubulures et trous d'homme primaires.

QUALITE SURVEILLEE

La zone de transition des tubulures est définie comme la zone entre la partie mince de la tubulure (zone en direction de la tuyauterie raccordée et dont les dimensions sont similaires à celles de la tuyauterie) et la partie plus épaisse dont l'extrémité se raccorde au fond sphérique (cf. figure ci-dessous). La zone de transition des tubulures est directement soumise aux chargements extérieurs provenant de la boucle primaire.

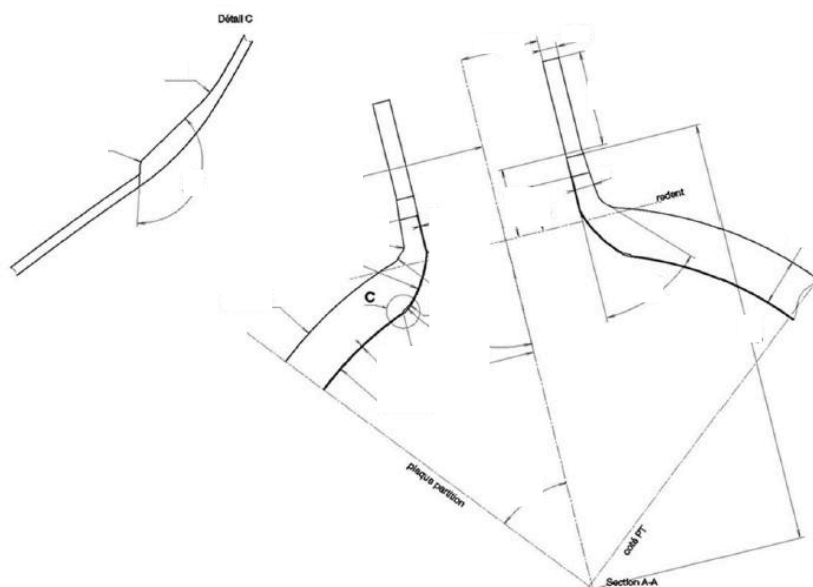


Figure 5 : Zone de transition des tubulures

La zone de transition des trous d'homme est définie comme la zone entre la face plane usinée du trou d'homme et le fond sphérique.

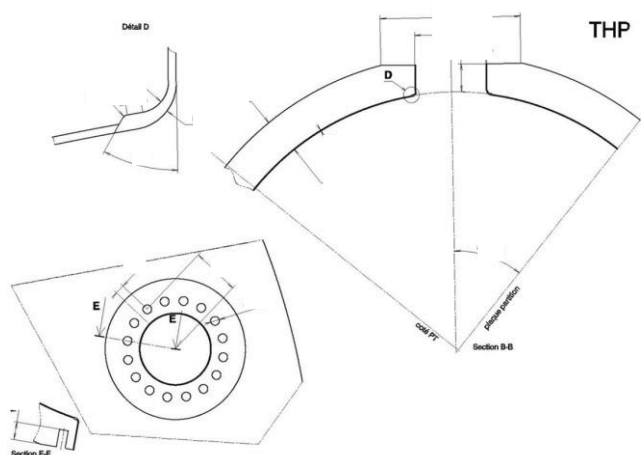


Figure 6 : Zone de transition des trous d'homme primaire

2.4. SITUATIONS CONSIDEREES

Les situations considérées sont celles décrites dans le dossier des situations (DDS) mais également les situations additionnelles au DDS consécutives à la recherche de chocs thermiques chauds et chocs thermiques froids au niveau du fond primaire.

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRE DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 14/25
		D453416077129	

Les situations générant des chocs thermiques chauds introduisent effectivement des gradients thermiques dans l'épaisseur qui génèrent des contraintes d'ouverture en cas de défauts postulés en peau externe. Les situations considérées sont dans les notes [3] et [4] (note [4] uniquement valable pour le GV/RA 257).

L'occurrence d'un choc thermique froid en peau interne de structure génère une contrainte de traction (fonction de l'amplitude du choc) au voisinage de la peau interne. Suite aux résultats des mesures de taux de carbone, seul le GV/RA 257 pour lequel une ségrégation carbone est envisagée au-delà de la mi-épaisseur, est concerné par cette analyse [5]. Les situations considérées sont prises en compte dans l'analyse mécanique [5].

2.4.1. MÉTHODE D'ANALYSE

Les contraintes d'origine mécanique et thermique sont calculées par les simulations effectuées sur les modèles éléments finis 3D. Ces contraintes permettent ensuite de déterminer le facteur d'intensité de contrainte corrigé plastiquement, noté K_{cp} , et évalué pour chaque extrémité (fond ou paroi) du défaut postulé.

Le calcul de K_{cp} s'appuie sur la méthode codifiée des fonctions d'influence ainsi que sur la méthode codifiée K_{cp} (afin d'évaluer l'effet de la plasticité) en accord avec le chapitre ZG 5100 du code RCC-M et l'annexe 5.4 du code RSE-M.

Pour une situation donnée et pour chaque défaut postulé, un facteur de marge noté F_m est défini comme suit :

$$F_m = \frac{KIC}{\alpha \cdot K_{cp}} \quad (1)$$

Avec :

- K_{cp} = facteur d'intensité de contrainte corrigé plastiquement à l'extrémité (fond ou paroi) du défaut postulé
- KIC = ténacité caractérisant la résistance du matériau à la rupture fragile (KIC dépend de la température indexée sur RT_{NDT})
- α = coefficient de sécurité

Selon l'annexe ZG du code RCC-M, le coefficient de sécurité α est défini comme suit :

La stabilité vis-à-vis du risque de rupture fragile d'un défaut postulé dans une zone ségrégée est démontrée dès lors que le facteur de marge (défini par la relation (1)) est supérieur ou égal à 1.

Le comportement mécanique des défauts postulés, vis-à-vis du risque de rupture brutale, est analysé pour :

- les **transitoires de chocs chauds** pour des défauts situés en peau externe,
 - au niveau du fond du bol GV/RA 257 hors zones de transitions des tubulures (pour des décalages de RT_{NDT} de °C et °C),
 - au niveau des zones de transitions des tubulures du GV/RA 257 (pour des décalages de RT_{NDT} de °C et °C),
 - au niveau du fond du bol GV/RA 258 (pour des décalages de RT_{NDT} de °C et °C).

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRE DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 15/25
		D453416077129	

- les **transitoires de chocs froids** pour un défaut situé en peau interne,
 - o au niveau du fond du bol et des zones de transitions des tubulures (pour des décalages de RT_{NDT} de $^{\circ}C$ et $^{\circ}C$) du GV/RA 257. Un défaut enfoui est également étudié afin d'analyser l'impact d'une baisse de ténacité entre la peau interne et la mi-épaisseur du bol GV.

3. RESULTATS DES ANALYSES MECANIQUES

3.1. TRANSITOIRES DE CHOCS CHAUDS

L'analyse du risque de rupture fragile des fonds de type RA pour des **décalages importants de RT_{NDT} sous transitoires de chocs chauds** est réalisée dans les notes références [3] et [4]. Ces documents évaluent l'impact d'un abaissement local des propriétés de ténacité du matériau dans le domaine fragile, lié à la présence de la zone ségréguée en carbone.

Les RT_{NDT} initiales retenues sont :

- $^{\circ}C$ correspondant à la RT_{NDT} de recette du GV/RA 257 de TRI3.
- $^{\circ}C$, valeur du code RCC-M permettant de couvrir l'ensemble des fonds RA : valeur retenue pour le GV/RA 258 de TRI3, l'analyse du RFF ne permettant pas de définir une valeur de recette inférieure à $^{\circ}C$.

Trois zones sont distinguées pour des distances :

- Entre 0 et 300 mm de l'axe du fond de GV
- Entre 300 et 700 mm de l'axe du fond de GV (incluant les pieds de tubulures)
- Supérieures à 700 mm de l'axe du fond de GV hors zones de transitions.

L'analyse est réalisée en situations normales et perturbées sur la base du DDS VD3. Ces situations de catégorie 2 couvrent celles de catégorie 3 grâce à l'application des mesures compensatoires d'exploitation mises en place pour pallier les risques de chocs chauds . Une analyse du transitoire de (transitoire de 4^{ème} catégorie) est également présentée.

Le défaut postulé est débouchant en peau externe de dimensions x mm hors zones de transition des tubulures et de x mm dans les zones de transition des tubulures.

Les facteurs de marge F_m sont calculés, pour différentes situations considérées et localisations dans le bol GV.

Les résultats des analyses des chocs chauds sont scindés en deux parties en fonction du taux de carbone mesurés :

- Augmentation de RT_{NDT} de $^{\circ}C$ et $^{\circ}C$ réf. [3] : concerne les tubulures du GV/RA 257 (pas de ségrégation majeure positive au niveau des tubulures du GV/RA 258) ainsi que le fond Creusot Forge du GV/RA 258,
- Augmentation de RT_{NDT} de $^{\circ}C$ et $^{\circ}C$ réf. [4] : concerne le fond du bol hors zone de transitions du GV/RA 257 (JCFC).

QUALITE SURVEILLEE

3.1.1. AUGMENTATION DE RT_{NDT} DE ET °C

Situations de catégories 2, 3, 4 et EHP

Les résultats présentés ci-dessous sont les marges les plus faibles obtenues sur les différents transitoires étudiés pour chaque zone.

Nota : présentation ci-dessous des transitoires présentant les marges les plus faibles.

Zone entre 0 et 300 mm du centre du fond

RT _{NDT} initiale	ΔRT _{NDT} ^{seg}	Défaut a = mm	
		F _M = K _{IC} / (α.K _{CP})	Transitoire
°C			C4
			C4
°C			C4
			C4

Zone entre 300 et 700 mm du centre du fond (incluant le raccordement fond sphérique/tubulure)

RT _{NDT} initiale	ΔRT _{NDT} ^{seg}	Défaut a = mm	
		F _M = K _{IC} / (α.K _{CP})	Transitoire
°C			C4
			C4
°C			C4
			C4

Au-delà de 700 mm du centre du fond, à l'exclusion des zones de transition

RT _{NDT} initiale	ΔRT _{NDT} ^{seg}	Défaut a = mm	
		F _M = K _{IC} / (α.K _{CP})	Transitoire
°C			C4
			EHP
°C			EHP
			EHP

Dans les zones de transition des tubulures et trous d'homme

RT _{NDT} initiale	ΔRT _{NDT} ^{seg}	Défaut a = mm		Défaut a = mm	
		F _M = K _{IC} / (α.K _{CP})	Transitoire	F _M = K _{IC} / (α.K _{CP})	Transitoire
°C			28C plage basse		28C plage basse
			28D plage basse		28D plage basse
°C			28D plage basse		28D plage basse
			C5*		C5*

(* C5 : brèche primaire 1" en sortie GV, ce transitoire ne prend pas en compte les mesures compensatoires).

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 17/25
		D453416077129	

En situations de catégories 2, 3, 4 et EHP, la stabilité des défauts postulés, situé en peau externe est démontrée ($F_m \geq 1$) avec un décalage enveloppe de RT_{NDT} de °C dans toutes les zones considérées.

Conclusion pour le fond du bol GV/RA 258, hors zones de transitions :

La stabilité vis-à-vis du risque de rupture fragile des défauts postulés est démontrée en considérant un décalage de RT_{NDT} dû à la ségrégation égal à °C et °C sur la zone d'étude hors zone de transition.

La zone de transition n'est pas étudiée car la ségrégation ne s'étend pas jusqu'à cette zone.

A titre complémentaire, hors zones de transition, la stabilité d'un défaut débouchant de x1) mm en considérant un décalage de RT_{NDT} dû à la ségrégation égal à °C et à °C est présenté dans la note [3].

Conclusion pour les zones de transition des tubulures du fond GV/RA 257 :

Les résultats en termes de facteurs de marge sont présentés ci-dessus pour des défauts débouchants postulés en peau externe, de dimensions mm x mm et mm x mm. Cette dernière dimension est largement enveloppe de celle du défaut que les CND et END sont en mesure de détecter dans cette zone (x mm) :

En considérant l'application des mesures compensatoires en exploitation et la valeur de RT_{NDT} initiale maximale issue des recettes (°C), avec un décalage ΔRT_{NDT} égal à °C et °C, les résultats ci-dessus montrent que la stabilité des défauts considérés de mm x mm et de mm x mm (largement enveloppe du défaut détectable de x mm) est démontrée pour toutes les situations.

3.1.2. AUGMENTATION DE RT_{NDT} DE ET °C (FOND JCFC GV/RA 257)

Dans la note réf. [4], il est évalué plus particulièrement le risque de rupture fragile des fonds primaires de GV/RA en peau externe sollicités sous **chocs chauds pour les décalages de RT_{NDT} de et °C** en dehors des zones de transitions des tubulures pour les situations normales et perturbées et pour le transitoire de (transitoire pénalisant vis-à-vis des situations de catégorie 3 et 4).

Cette étude est générique et applicable à tous les GV RA 900 (avec prise en compte de la RT_{NDT} de recette correspondante). En effet, pour cette étude la seule hypothèse liée à la tranche concerne les efforts aux tubulures (séisme et chargements de RGV). Or l'impact de ces efforts aux tubulures est limité pour cette analyse qui porte sur la zone courante du bol hors zones de transition d'épaisseur.

Nota : présentation ci-dessous des transitoires présentant les marges les plus faibles.

• **Situations normales et perturbées :**

✓ Pour une distance comprise entre 0 et 300 mm de l'axe GV :

RT_{NDT} initiale	ΔRT_{NDT}	Défaut mm	
		$K_{ic} / (2 K_{cp})$	Transitoire
°C	_____	_____	1C
		_____	1C
°C	_____	_____	1C
		_____	1C

QUALITE SURVEILLEE

- ✓ Pour une distance comprise entre 300 et 700 mm de l'axe GV :

RT _{NDT} initiale	ΔRT _{NDT}	Défaut mm	
		$K_{ic} / (2 K_{cp})$	Transitoire
° C	_____	_____	1C
		_____	1B
° C	_____	_____	1C
		_____	1B

- ✓ Pour une distance supérieure à 700 mm de l'axe GV, hors zones de transitions des tubulures :

RT _{NDT} initiale	ΔRT _{NDT}	Défaut mm	
		$K_{ic} / (2 K_{cp})$	Transitoire
° C	_____	_____	1C
		_____	1C
° C	_____	_____	1C
		_____	1C

Les résultats montrent qu'en situations normales et perturbées, la stabilité d'un défaut postulé de x mm, situé en peau externe, est démontrée ($F_m \geq 1$) avec des décalages enveloppes de RT_{NDT} de °C et °C dans les zones considérées.

• Transitoire de _____

Le transitoire de _____ peut être scindé en deux variantes caractérisées par des températures initiales différentes : °C et °C, conformément à la note référence [4].

- ✓ Pour une distance comprise entre 0 et 300 mm de l'axe GV :

RT _{NDT} initiale	ΔRT _{NDT}	Défaut mm	
		$K_{ic} / (1,2 K_{cp})$	Transitoire
° C	_____	_____	C4V2
		_____	C4V2

- ✓ Pour une distance comprise entre 300 et 700 mm de l'axe GV :

RT _{NDT} initiale	ΔRT _{NDT}	Défaut mm	
		$K_{ic} / (1,2 K_{cp})$	Transitoire
° C	_____	_____	C4V2
		_____	C4V2

- ✓ Pour une distance supérieure à 700 mm de l'axe GV, hors zones de transitions des tubulures :

RT _{NDT} initiale	ΔRT _{NDT}	Défaut mm	
		K _{ic} / (1,2 K _{cp})	Transitoire
° C			C4V2
			C4V2

Les résultats des calculs montrent que le transitoire C4 variante 2 (température initiale de °C) est le plus pénalisant. Pour un défaut de x mm et un décalage enveloppe de RT_{NDT} de °C et de °C, les critères sont respectés en considérant la RT_{NDT} initiale de recette du GV/RA 257 de °C.

Conclusion pour le fond du bol GV/RA 257, hors zones de transitions :

Ces éléments montrent que, sous chargement de type « chocs chauds », le risque de rupture fragile est écarté pour le fond du GV/RA 257 de TRI3 dans l'ensemble des zones du bol primaire hors zones de transitions (celles-ci étant traitées au § 3.1.1 selon [3]) et pour toutes les catégories de situations, en considérant :

- Un défaut débouchant en peau externe de dimension x mm,
- La RT_{NDT} de recette du fond primaire du GV/RA 257 (°C),
- Un décalage enveloppe de RT_{NDT} de °C et °C.

3.2. TRANSITOIRES DE CHOCS FROIDS (FOND JCFC GV/RA 257)

Les décalages de RT_{NDT} pris en compte dans l'analyse [3] (°C et °C) restent applicables pour les tubulures du GV/RA 257 compte tenu des valeurs de taux de carbone mesurées dans cette zone. Cette zone ne nécessite donc pas d'étude relative aux transitoires de type chocs froids contrairement au fond du GV/RA 257 plus ségrégué.

L'analyse mécanique en référence [5] évalue l'impact d'un abaissement local des propriétés de ténacité du matériau lié à la présence d'une zone ségréguée et vis-à-vis de la stabilité d'un défaut postulé débouchant (dimensions x mm) en peau interne du fond primaire du GV/RA 257 de TRI3.

L'analyse d'un défaut non débouchant de x mm, enfoui à mm de la peau interne est également réalisée , avec prise en compte d'un décalage enveloppe de ΔRT_{NDT} de °C.

Les transitoires de 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} catégories retenus, sont analysés dans la note référence [5] avec prise en compte des mesures compensatoires mises en place pour limiter les transitoires de chocs froids

La RT_{NDT} maximale de recette de °C associée à des décalages de ΔRT_{NDT} de °C et de °C, liés à la ségrégation carbone, est considérée pour analyser l'impact éventuel d'un abaissement des propriétés de ténacité.

Les facteurs de marge Fm sont calculés, pour différentes situations considérées et localisations dans le bol GV. Seuls les transitoires présentant les marges les plus faibles sont détaillés.

- ✓ Pour une distance comprise entre 0 et 300 mm de l'axe GV :

RTNDT initiale	$\Delta RTNDT$	Défaut mm	
		$K_{ic} / (\alpha K_{cp})$	Transitoire
° C	—	28D2-2	
		58-2	

- ✓ Pour une distance comprise entre 300 et 700 mm de l'axe GV :

RTNDT initiale	$\Delta RTNDT$	Défaut mm	
		$K_{ic} / (\alpha K_{cp})$	Transitoire
° C	—	28D2-2	
		58-2	

- ✓ Pour une distance supérieure à 700 mm de l'axe GV, hors zones de transitions des tubulures :

RTNDT initiale	$\Delta RTNDT$	Défaut mm	
		$K_{ic} / (\alpha K_{cp})$	Transitoire
° C	—	28D2-2	
		58-2	

- ✓ Pour les zones de transition des tubulures :

RTNDT initiale	$\Delta RTNDT$	Défaut mm	
		$K_{ic} / (\alpha K_{cp})$	Transitoire
° C	—	28D2-2	
		58-2	

Conclusion :

Pour l'ensemble des transitoires et zones étudiées, les facteurs de marges sont tous supérieurs à 1.

Le défaut étudié de x mm, débouchant en peau interne du fond primaire et des zones de transition des tubulures, ne présente donc pas de risque de rupture fragile sous chargements de chocs froids en considérant des décalages de ΔRT_{NDT} de) et °C et la RT_{NDT} initiale de recette du GV/RA 257 de °C.

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 21/25
		D453416077129	

Les valeurs maximales de teneur de carbone estimées () montrent que la ségrégation carbone est plus importante à mi-épaisseur qu'en peau interne. Une analyse a donc été menée () en postulant un décalage forfaitaire enveloppe de RT_{NDT} () °C de décalage) et en plaçant un défaut non débouchant située à () mm de l'interface revêtement/métal de base. Vis-à-vis des contraintes thermiques induites par un choc froid, cet emplacement de défaut est plus pénalisant qu'un défaut enfoui plus profondément dans la matière. Cette analyse a permis de démontrer qu'un défaut non débouchant de dimensions () x () mm, situé à () mm de la peau interne ne présente pas de risque de rupture fragile en considérant un décalage de RT_{NDT} de () °C. Ceci permet donc de couvrir l'ensemble des défauts enfouis de () x () mm situés entre la peau interne et la mi-épaisseur du bol GV.

4. PROGRAMME SUR PIECES SACRIFICIELLES

() un programme matériau est proposé.
L'objectif est de disposer, sur des pièces sacrificielles représentatives, d'une distribution de ténacité associées à des teneurs en carbone variables.
La justification de résistance mécanique dans le domaine fragile s'appuiera ensuite sur la vérification que l'ensemble des points de ténacité reste enveloppé par la courbe de l'annexe ZG indexée sur la RT_{NDT} de recette décalée de la valeur ΔRT_{NDTseg} .
La justification de résistance mécanique dans le domaine ductile consistera par ailleurs à vérifier la conformité des résultats obtenus vis-à-vis des valeurs de références de l'annexe ZG du code RCC-M.

5. CONCLUSION

Les fonds primaires des GV/RA 257 et GV/RA 258 installés à Tricastin 3 sont des pièces forgées écrasées issues de lingots conventionnels de 120 tonnes de fabrication respective JCFC et Creusot Forge. A ce titre, leur zone centrale est susceptible de présenter une zone de ségrégation majeure positive en carbone. Par ailleurs, les mesures de carbone réalisées en 2016 attestent que des zones ségrégées affectent les fonds des bols primaires des GV/RA 257 et GV/RA 258 et les zones de transition des tubulures du GV/RA 257.

Ces mesures ont mis en évidence des zones ségrégées en carbone au niveau des tubulures du GV/RA 257 et du fond du bol GV/RA 258 avec des valeurs maximales détectées atteignant 0,28-0,29 % en carbone. Au centre du bol du GV/RA 257, une zone plus ségrégée a été relevée avec des teneurs en carbone maximales détectées localement atteignant jusqu'à 0,39 %.

La stabilité d'un défaut postulé dans ces zones a été étudiée en considérant une RT_{NDT} fin de vie pour laquelle les effets de vieillissement et de ségrégation en carbone sont pris en compte de façon enveloppe.

Les CND mis en œuvre lors de la fabrication et les END surfaciques (ressuages) et volumiques (ultrasons) réalisés en exploitation n'ont pas mis en évidence d'indications supérieures au seuil de notation sur le fond de bol GV, ni sur les zones de transitions des tubulures. En outre, l'analyse des gammes de fabrication et particulièrement des taux de corroyage élevés () , ne conduit pas à suspecter la présence de défauts dans le volume de la pièce y compris dans la zone de transitions des tubulures.

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 22/25
		D453416077129	

Les analyses mécaniques mettent en évidence :

✓ Transitoires de chocs chauds :

Pour le GV/RA 258 (Creusot Forge), le risque de rupture fragile est écarté pour le fond du GV dans l'ensemble des zones du bol primaire hors zones de transitions et pour toutes les catégories de situations, en considérant :

- Un défaut débouchant en peau externe de dimension x mm,
- La RT_{NDT} du code RCC-M (°C),
- Un décalage de RT_{NDT} de et °C.

La zone de transition n'est pas étudiée car la ségrégation ne s'étend pas jusqu'à cette zone.

Pour le GV/RA 257 (JCFC), le risque de rupture fragile est écarté pour le fond du GV dans l'ensemble des zones du bol primaire hors zones de transitions traitées indépendamment, et pour toutes les catégories de situations, en considérant :

- Un défaut débouchant en peau externe de dimension x mm,
- La RT_{NDT} de recette du fond primaire du GV (°C),
- Et un décalage de RT_{NDT} de et °C lié à la ségrégation carbone.

Pour les zones de transitions, en considérant l'application des mesures compensatoires en exploitation et la valeur de RT_{NDT} initiale maximale issue des recettes (°C), avec ΔRT_{NDT} égal à °C et °C, les calculs montrent que les défauts considérés de mm x mm et de mm x mm ne présentent pas de risque de rupture fragile pour toutes les situations. Le défaut de x mm est largement enveloppe de celui qui peut être détecté (qui serait de x mm après consolidation des performances des CND et des END mis en œuvre sur TRI3), ce qui met en évidence des marges réelles supplémentaires à celles calculées dans le cadre des analyses mécaniques.

✓ Transitoires de chocs froids (uniquement pour le GV/RA 257 JCFC) :

Pour l'ensemble des transitoires en considérant l'application des mesures compensatoires en exploitation, et zones étudiées (fond du bol GV et zones de transitions des tubulures), les facteurs de marges sont tous supérieurs à 1.

Le défaut étudié (x mm), débouchant en peau interne du fond primaire, ne présente donc pas de risque de rupture fragile sous chargements de chocs froids en considérant des décalages de ΔRT_{NDT} de et °C et la RT_{NDT} initiale de recette du GV/RA 257 de °C.

De plus, l'analyse menée montre que le défaut non débouchant de dimensions x mm, situé à mm de la peau interne ne présente pas de risque de rupture fragile en considérant un décalage enveloppe de RT_{NDT} de °C.

Les mesures de carbone ont été réalisées sur la surface extérieure des fonds des bols GV (concentration locale maximale de 0,39 % en carbone sur le GV/RA 257 (contre 0,29% pour le GV/RA 258)) ainsi qu'au niveau des tubulures (concentration locale maximale de 0,28 % en carbone sur le GV/RA 257, inférieure à 0,22% pour le GV/RA 258).

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 23/25
		D453416077129	

Les hypothèses retenues en termes d'extension de la zone ségrégée, de décalage de RT_{NDT} et de défaut postulé, ont été analysées et justifiées. Ces éléments ont été consolidés par des mesures en carbone et des END en amont de la remise en service de ces appareils au sens de l'arrêté du 10/11/1999. Un programme « matériau » sur pièces sacrificielles sera également réalisé pour conforter le caractère enveloppe des hypothèses retenues pour le décalage de RT_{NDT} .

Avec l'ensemble des éléments disponibles, l'analyse permet de conclure que la présence d'une ségrégation majeure positive résiduelle en carbone dans les fonds des GV/RA 257 et GV/RA 258 de Tricastin 3, ne remet pas en cause l'exigence définie d'intégrité, en toutes situations et donc l'aptitude au service de ces composants.

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 24/25
		D453416077129	

6. REFERENCES

[3] Note AREVA BUCLRA/NGV3080 indice E du 12/08/2016 « Analyse du risque de rupture fragile des fonds primaires GV/RA de Tricastin 3 ».

[4] Note CMHMTTC 2016.461 du 7 octobre 2016 – « Analyse de risque de rupture fragile des fonds de type RA pour des décalages importants de RT_{NDT} sous transitoires de chocs chauds ».

[5] Note BUCLRA/NGV3105 indice A du 10/11/2016 – « Analyse de risque de rupture fragile des fonds primaires GV/RA JCFC CPY soumis à un choc froids ».

QUALITE SURVEILLEE

CNPE de Tricastin	Note Site NT - JUSTIFICATION DE LA TENUE EN SERVICE DES FONDS PRIMAIRES DES GV1 ET GV3 DE LA TRANCHE 3 DE TRICASTIN - NOTE DE SYNTHESE	Indice 01	Page 25/25
		D453416077129	

QUALITE SURVEILLEE