

**Rapport au Groupe permanent d'experts  
pour les équipements sous pression nucléaires**

**CODEP-DEP-2018-010499**

**Addendum au**

**Rapport ASN référencé CODEP-DEP-2018-008378**



**Séance du 27 février 2018**



**Analyse des conséquences de l'anomalie de chute  
de la virole basse du GV 335 de Fessenheim 2  
sur son aptitude au service**

-

**Présentation des résultats de mesure de  $RT_{NDT}$  sur  
les viroles sacrificielles**

Date	Rédacteur	Le directeur des équipements sous pression nucléaires de l'ASN
23 février 2018	Signé par :  Laurent Streibig	Signé par :  Simon Liu

# SOMMAIRE

<b>RÉFÉRENCES .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>2. DÉTERMINATION DES <math>RT_{NDT}</math> EN TÊTE DES VB 335-B ET VB 335-C ET EN PIED DE LA VB 335-B .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Contexte .....</b>	<b>4</b>
2.1.1. Modalités de prélèvement des éprouvettes et de réalisation des essais en zone de recette de la VB 335-B5	
2.1.2. Modalités de prélèvement des éprouvettes en tête de viroles.....	6
2.1.3. Modalités de réalisation des essais.....	8
2.1.4. Résultats des essais .....	10
2.1.5. Valeurs de $RT_{NDT}$ retenues.....	11
<b>3. POSITION DU RAPPORTEUR .....</b>	<b>12</b>

## Références

- [1] Rapport CODEP-DEP-2018-008378 Analyse des conséquences de l'anomalie de chutage de la virole basse du GV 335 de Fessenheim 2 sur son aptitude au service
- [2] D02-DTMM-F-18-0092 rev B - FSH2 - VB 335 - Réalisation d'essais mécaniques complémentaires en réponse aux recommandations ASN/DEP

## 1. Introduction

Le présent addendum constitue un complément au rapport établi par la direction des équipements sous pression nucléaires de l'ASN présentant l'analyse des conséquences de l'anomalie de chute de la virole basse du GV 335 de Fessenheim 2 sur son aptitude au service [1].

Dans le cadre de l'instruction menée sur la justification de l'aptitude au service du générateur de vapeur numéro 335, le rapporteur avait émis des réserves sur l'absence de réalisation de mesures de  $RT_{NDT}$  en tête des viroles sacrificielles numéros VB 335-B et VB 335-C ainsi qu'en zone de recette de la virole VB 335-B. Ces réserves sont plus précisément introduites dans le rapport en référence [1].

Framatome avait réalisé une partie des essais de mesures de  $RT_{NDT}$  avant l'émission du rapport [1], dont les résultats y sont présentés.

L'ensemble des essais ont été réalisés et font l'objet de la note de Framatome en référence [2].

L'objet du présent addendum est de présenter les modalités de réalisation et les résultats de ces essais.

## 2. Détermination des $RT_{NDT}$ en tête des VB 335-B et VB 335-C et en pied de la VB 335-B

### 2.1. Contexte

Les échanges techniques, menés entre Framatome, l'IRSN et l'ASN au cours de l'instruction du dossier relatif à l'aptitude au fonctionnement du générateur de vapeur numéro 335, ont amené le rapporteur à considérer que la détermination de la  $RT_{NDT}$  au niveau de la zone d'intérêt, absente du dossier initial de Framatome, est un élément essentiel de la démonstration.

Framatome a entrepris de réaliser en fin d'instruction les essais suivants :

Pour la partie en tête de la VB 335-B :

- essais Pellini en trois azimuts pour déterminer la  $T_{NDT}$  locale ;
- essais de résilience (6 éprouvettes) pour chacun des trois azimuts précédents ;
- essais de résilience en une position azimutale pour établir une courbe de transition.

Pour la partie pied de la VB 335-B (en un azimut) :

- essais Pellini pour déterminer la  $T_{NDT}$  locale ;
- essais de résilience en pied pour constituer une courbe de transition et pour déterminer la  $RT_{NDT}$ .

Pour la partie tête de la VB 335-C :

- essais Pellini en trois azimuts pour déterminer la  $T_{NDT}$  locale ;
- essais de résilience (6 éprouvettes) pour chacun des trois azimuts précédents.



Les résultats obtenus donnent une  $T_{NDT}$  de  $-12^{\circ}\text{C}$ .

Une courbe de transition a ensuite été établie avec les 20 éprouvettes de résilience issues du coupon. Ces essais de résilience comprennent les essais réalisés à  $T_{NDT} + 33^{\circ}\text{C}$  permettant de déterminer la  $RT_{NDT}$ .

La figure ci-dessous donne les courbes de transition issues des pieds de VB 335-B (en jaune) et VB 335-C (en bleu).

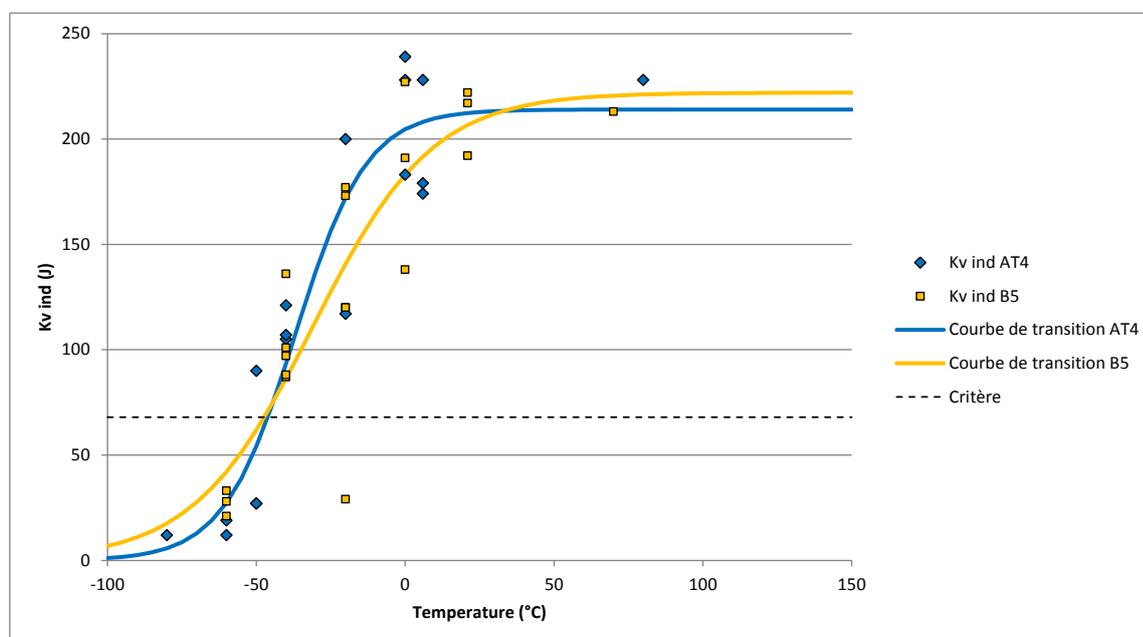


Figure 2 : courbes de transition issues des pieds de VB 335-B et VB 335-C

Pour la VB 335-B les 3 essais réalisés à  $T_{NDT} + 33^{\circ}\text{C}$  présentent des énergies à rupture comprises entre 192 joules et 222 joules et des valeurs d'expansion latérales comprises entre 2.39 mm et 2.52 mm. La  $RT_{NDT}$  est ici pilotée par les essais Pellini.

La  $RT_{NDT}$  en zone de recette de la VB 335-B est de  $-12^{\circ}\text{C}$ .

### 2.1.2. Modalités de prélèvement des éprouvettes en tête de viroles

Les éléments présentés dans le rapport [1] sont ici rappelés.

Framatome a prélevé :

- 4 coupons en tête de la VB 335-B situés approximativement à des angles de  $0^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ ,  $180^{\circ}$  et  $270^{\circ}$ . 3 coupons sont dédiés à la réalisation des essais (éprouvettes Pellini et de résilience) permettant de déterminer la  $RT_{NDT}$  et un coupon est dédié à la réalisation d'une courbe de transition (éprouvette de résilience) ;
- 3 coupons en tête de la VB 335-C situés approximativement à des angles de  $35^{\circ}$ ,  $125^{\circ}$  et  $245^{\circ}$ . Ces coupons sont dédiés à la réalisation des essais (éprouvettes Pellini et de résilience) permettant de déterminer la  $RT_{NDT}$  ;

- un coupon en pied de la VB 335-B afin de déterminer la  $RT_{NDT}$  en zone de recette de cette virole.

Les éprouvettes en tête des viroles sont prélevées dans la zone de ségrégation maximale en reprenant, pour la position en hauteur, les lignes de référence établies dans le cadre de l'ensemble des essais réalisés pour la démonstration.

Le positionnement radial, ou dans l'épaisseur de la virole, tient compte de la zone de ségrégation maximale. Cette zone est déterminée à l'aide de macrographies réalisées sur deux tranches d'épaisseur 50 mm, prélevées par sciage, à chaque extrémité des blocs d'essais prélevés.

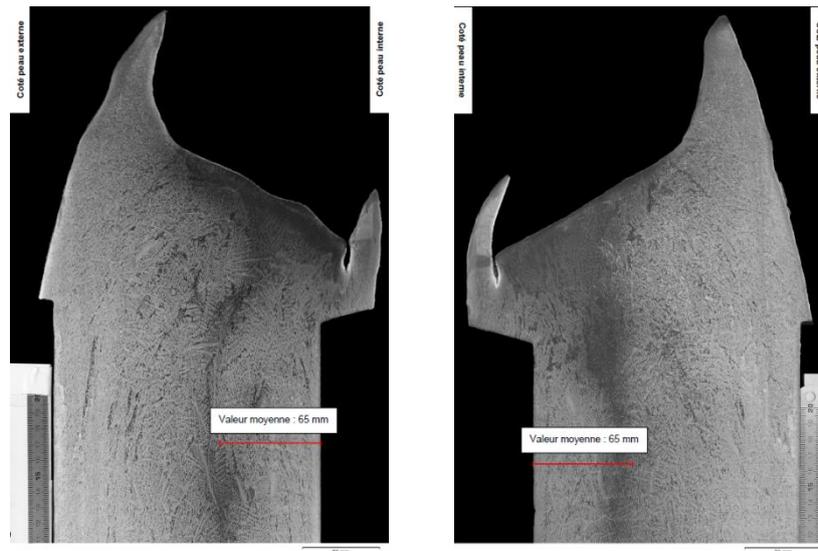


Figure 3 : positionnement de la zone de ségrégation maximale dans l'épaisseur des coupons prélevés

Les éprouvettes Pellini sont positionnées par deux, dans l'épaisseur de la zone macro-ségrégée, les éprouvettes de résilience sont positionnées par deux également dans la zone macro-ségrégée.

L'axe des éprouvettes est placé à 150 mm de la ligne de référence dite « zéro coupe ». Le positionnement des éprouvettes est représenté dans la figure 4 ci-dessous.

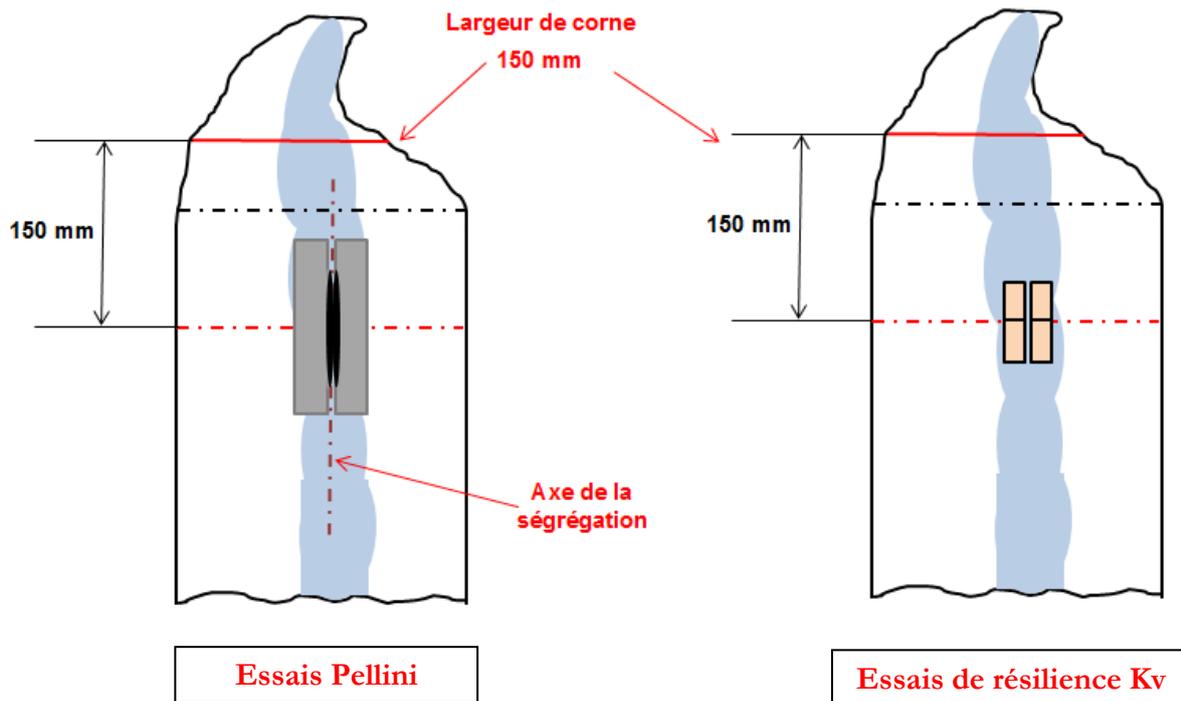


Figure 4 : positionnement des éprouvettes Pellini et de résilience en tête des viroles VB 335-B et VB 335-C

### 2.1.3. Modalités de réalisation des essais

#### **Essais Pellini**

A l'aide des éprouvettes Pellini, prélevées en tête des viroles VB 335-B et VB 335-C, la  $T_{NDT}$  locale est déterminée, en appliquant comme température initiale du protocole (1<sup>er</sup> couple d'éprouvette Pellini testé), la température de  $T_{NDT}$  mesurée en pied augmentée de 5°C. Le protocole mis en place pour la détermination de la  $T_{NDT}$  en tête de la VB 335-C est reproduit ci-dessous.

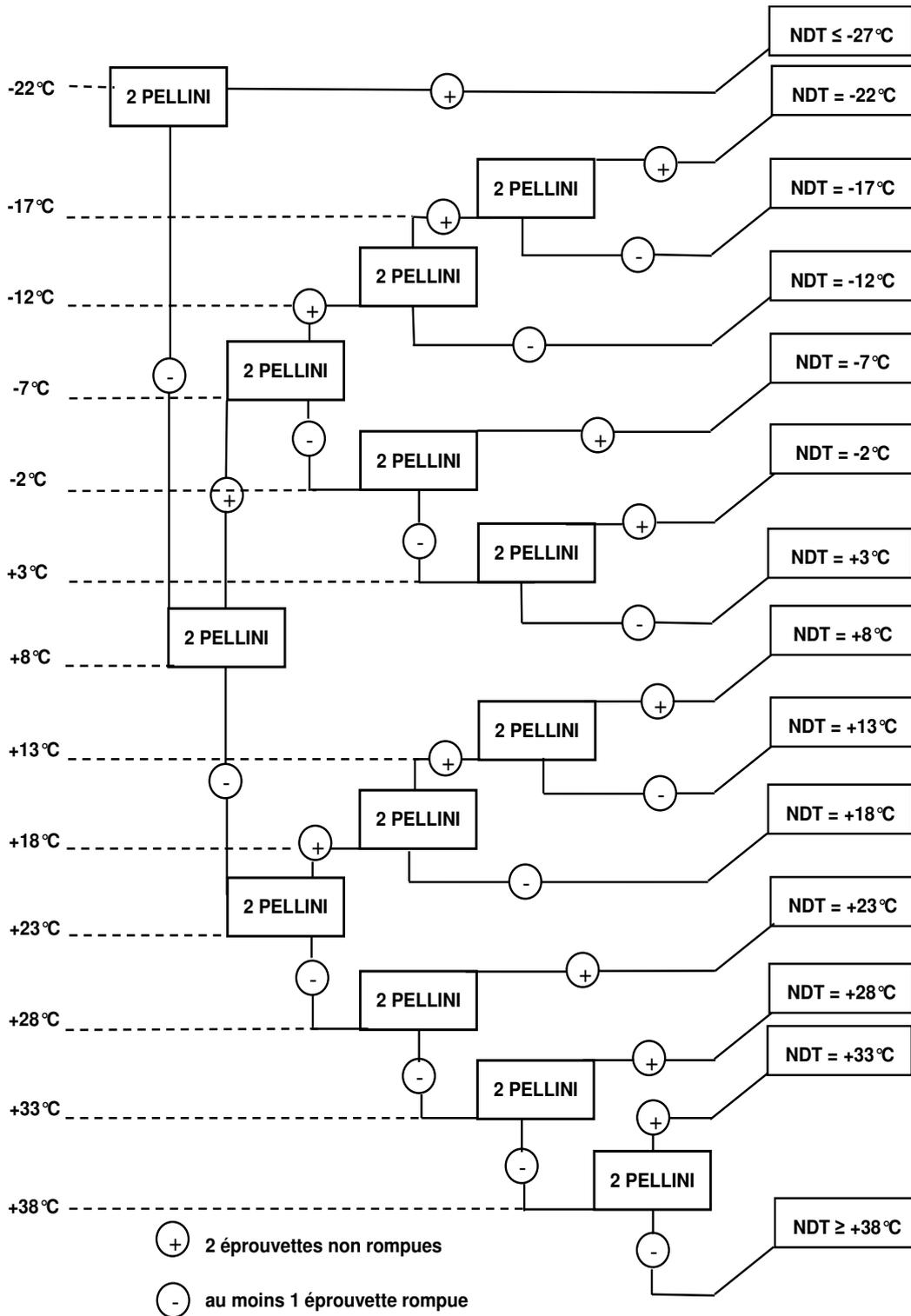


Figure 5 : protocole applicable pour les essais Pellini de la virole VB 335-C

## Essais de résilience

Les éprouvettes de résilience  $K_v$  sont testées à des températures, permettant de vérifier, en valeurs individuelles et par tripléte d'éprouvettes, les critères imposés par le référentiel technique, pour la détermination de la  $RT_{NDT}$ , à savoir :

- énergie de rupture en flexion par choc  $\geq 68$  joules ;
- expansion latérale  $\geq 0,9$  mm.

### 2.1.4. Résultats des essais

Les  $T_{NDT}$  obtenues à la suite des essais Pellini sont présentées dans les tableaux suivants :

Coupon	$T_{NDT}$ (°C)
B1	$\leq -12^\circ\text{C}$
B2	$\leq -12^\circ\text{C}$
B3	$\leq -12^\circ\text{C}$

Tableau 1 : résultats des essais Pellini – VB 335-B

Coupon	$T_{NDT}$ (°C)
C1	$\leq -27^\circ\text{C}$
C2	$-17^\circ\text{C}$
C3	$\leq -27^\circ\text{C}$

Tableau 2 : résultats des essais Pellini – VB 335-C

Pour le cas de la VB 335-B Framatome a retenu de faire les essais de résilience à la température de  $T_{NDT} + 33^\circ\text{C}$  soit  $21^\circ\text{C}$ . Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Coupon	Température (°C)	Repère éprouvette	Energie à rupture (Joules)	Expansion latérale (mm)
B1	21	K1	188	2,19
		K2	99	1,49
		K3	166	2,21
B2	21	K1	143	1,86
		K2	117	1,56
		K3	135	1,84
B3	21	K1	165	2,06
		K2	119	1,64
		K3	164	2,18

Tableau 3 : résultats des essais de résilience sur la VB 335-B

Les critères sont atteints dans tous les cas.

Framatome considère que la  $RT_{NDT}$  au niveau de la zone ségréguée de la VB 335-B est de  $-12^{\circ}C$ .

Pour le cas de la VB 335-C, il a été établi par Framatome, de réaliser les essais à  $16^{\circ}C$  et  $21^{\circ}C$ . La valeur de  $16^{\circ}C$  correspond à la  $T_{NDT} + 33^{\circ}C$  pour le coupon C2.

Framatome constate, dans le cas des coupons C1, C2 et C3 que, pour la température de  $16^{\circ}C$ , les critères d'énergie et d'expansion latérale sont vérifiés.

Coupon	Température (°C)	Repère éprouvette	Energie à rupture (Joules)	Expansion latérale (mm)
C1	21	K1	147	2,04
		K2	171	2,26
		K3	139	1,79
	16	K4	147	1,91
		K5	162	2,03
		K6	97	1,33
C2	16	K1	142	1,97
		K2	119	1,65
		K3	148	1,82
C3	21	K1	155	1,91
		K2	91	1,35
		K3	133	1,73
	16	K4	115	1,62
		K5	107	1,41
		K6	76	1,13

Tableau 4 : résultats des essais de résilience sur la VB 335-C

Framatome considère que la  $RT_{NDT}$  au niveau de la zone ségréguée de la VB 335-B est de  $-17^{\circ}C$ .

#### 2.1.5. Valeurs de $RT_{NDT}$ retenues

Les valeurs de  $RT_{NDT}$  retenues par Framatome à la suite des essais réalisés sont :

##### VB 335-B :

$RT_{NDT}$  en zone de recette =  $-12^{\circ}C$

$RT_{NDT}$  en zone ségréguée =  $-12^{\circ}C$

##### VB 335-C :

$RT_{NDT}$  en zone de recette =  $-27^{\circ}C$

$RT_{NDT}$  en zone ségréguée =  $-17^{\circ}C$

### **3. Position du rapporteur**

Le rapporteur considère que la démarche mise en place par Framatome afin de déterminer les  $RT_{NDT}$  en zones de recette et en zones ségréguées est satisfaisante. Il note les valeurs obtenues qui restent dans les valeurs requises par le code RCC-M en zone de recette.