



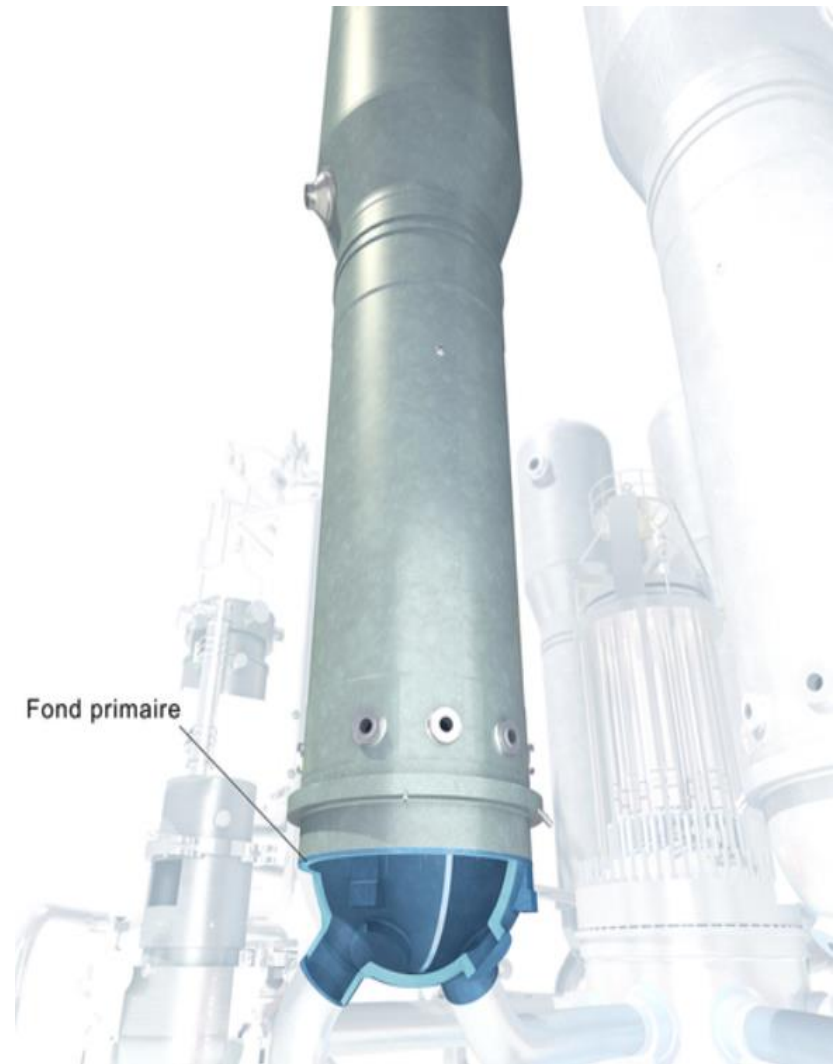
SÉGRÉGATION CARBONE

GÉNÉRATEURS DE VAPEUR  
DU PARC NUCLÉAIRE EN EXPLOITATION

ANCCLI du 24/02/2017

# SOMMAIRE

1. Démarche initiale
2. Programme sacrificiel
3. Programme international





# 1. DÉMARCHE INITIALE

# POINT SUR LES CONSERVATISMES CONSIDÉRÉS DANS LA DÉMARCHE GLOBALE

Fonds Creusot  
Forges

%C max ~0.32%

Approche similaire à  
FA3

$\Delta RT_{NDT} = 70^{\circ}\text{C}$

Fonds JCFC 90t

%C max ~0.34%

Extrapolation des  
données matériaux  
issu du programme  
FA3 et de  
précédentes études

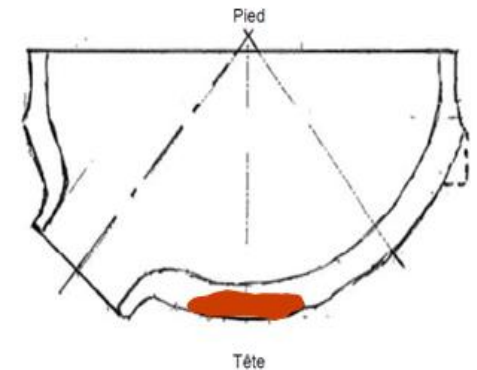
$\Delta RT_{NDT} = 180^{\circ}\text{C}$

Fonds JCFC 120t

%C max ~0.39%

→ Prise en compte de **conservatismes importants** considérés comme enveloppes dans les calculs d'analyses mécaniques en toute situations.

→ Conservatismes appliqués à l'ensemble des zones du GV (tubulures, paroi externe, ...)



Positionnement schématique de la zone ségréguée

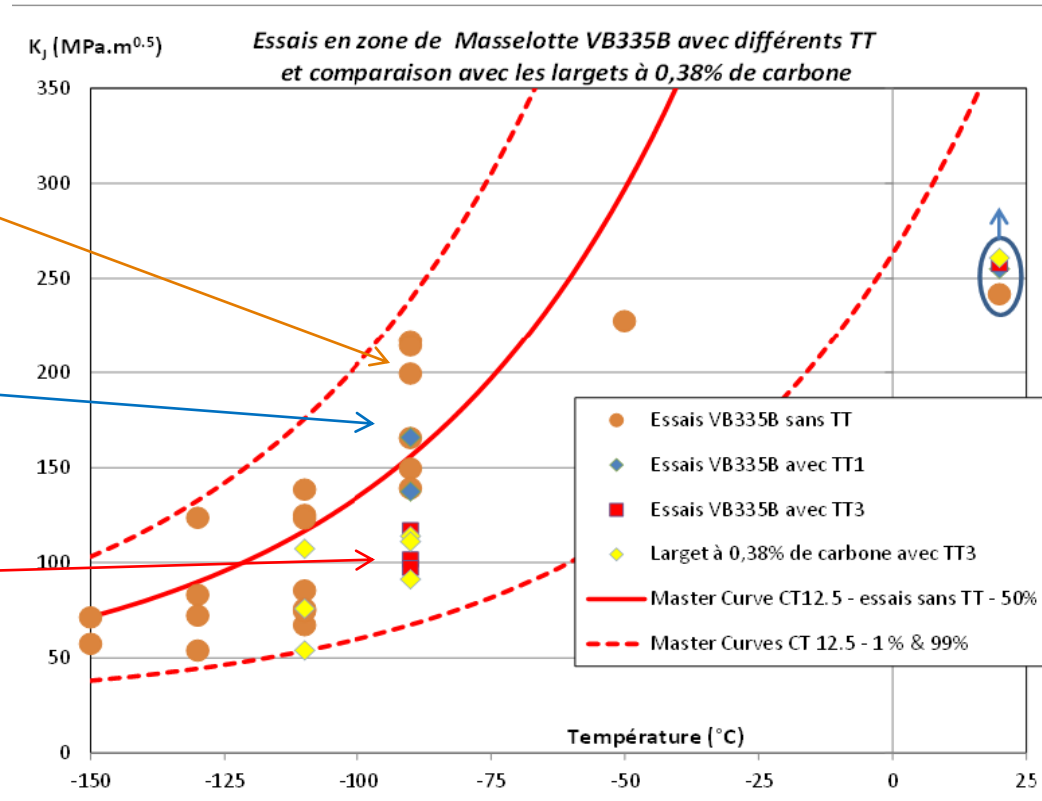
# RESULTATS SUR MATERIAUX REPRESENTATIFS D'UN ACIER SEGREGUE A 0.4%C

Essais mécaniques et sur deux matériaux ségrégués à hauteur de 0.38% - 0.40% en carbone ( masselotte d'un lingot creux et lingotin à chimie contrôlée)

Résultats pour un matériau représentatif de la peau externe

Résultats pour un matériau représentatif du méplat

Résultats pour deux matériaux représentatifs du ¼ épaisseur



→ Diminution de la ténacité dans le domaine de la transition faible au regard du décalage enveloppe de 180°C retenu dans le dossier

→ Confirmation du caractère enveloppe des conservatismes considérés

→ Validation par l'ASN du redémarrage progressif des tranches



## 2. PROGRAMME SACRIFICIEL

# PROGRAMME SACRIFICIEL SUR PIÈCES REPRÉSENTATIVES

## □ Définir la typologie des pièces concernées sur le parc

→ Paramètres influençant la ténacité :

- Teneur en carbone,
- Vitesse de refroidissement à la trempe,

Type	Lingot		Epaisseur stade trempe (dans l'axe)	Epaisseur mini stade final (dans l'axe)
Creusot Forge - RO/RP	Conventionnel 2550	165,1 t	380 à 400 mm	155 mm
Creusot Forge – RA / RU	Conventionnel 2550	165,1 t	360 mm	225 mm
JCFC – Lingot « 90t »	Conventionnel 110S ou 135R	96 t	250 mm	230 mm
JCFC – Lingot « 120t »	Conventionnel 135R	120 t	250 mm	230 mm



# PIECES SACRIFICIELLES

2 FONDS

## ❑ Creusot Forge - RO/RP :

- Sélection des 2 fonds de type RP

## ❑ Creusot Forge - RA/RU :

- Une pièce sera fabriquée par CF visant à obtenir des teneurs en carbone caractéristiques des fabrications sur le parc



2 FONDS

## ❑ JCFC – Lingot « 90t » :

- Sélection des 2 fonds issus de lingot 90t

1 LINGOT

## ❑ JCFC – Lingot « 120t » :

- Un lingot « 120t » et un fond seront fabriqués par JCFC visant à obtenir des teneurs en carbone caractéristiques des fabrications sur le parc





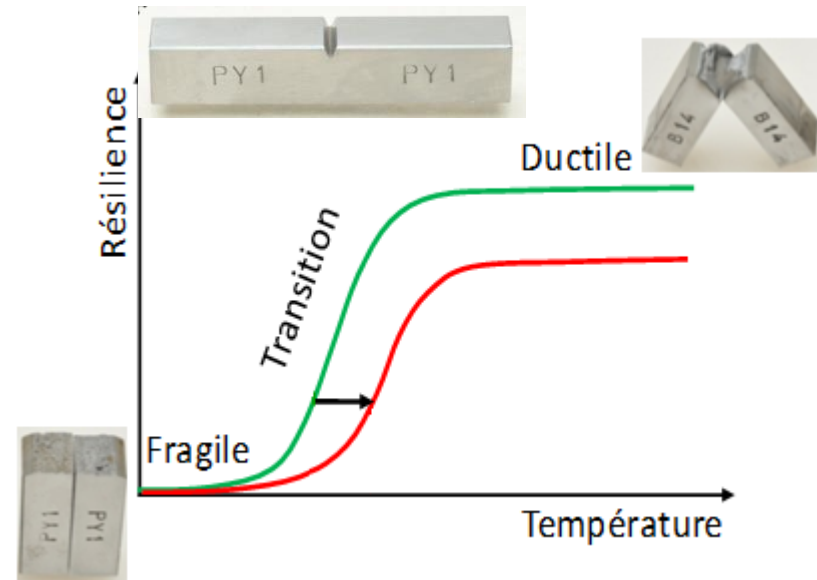
# PROGRAMME SACRIFICIEL SUR PIÈCES REPRÉSENTATIVES

## □ Programme de caractérisation matériaux :

- Caractériser l'intensité et l'extension de la ségrégation dans l'épaisseur de la pièce
- Déterminer les zones des GV impactées

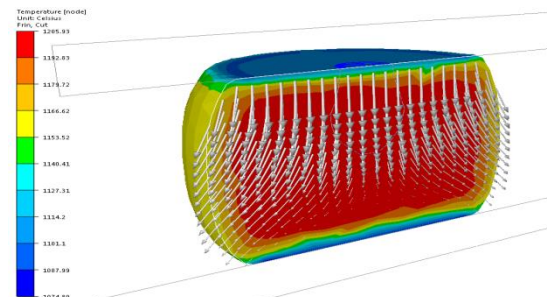
## □ Programme d'essais mécaniques :

- Caractériser les propriétés mécaniques de la zone ségrégée en fonction des paramètres influents:
  - Teneur en carbone
  - Trempe
- Déterminer les conservatismes réels et retrouver les marges prises par prudence dans les dossiers de démonstration de l'intégrité des équipements



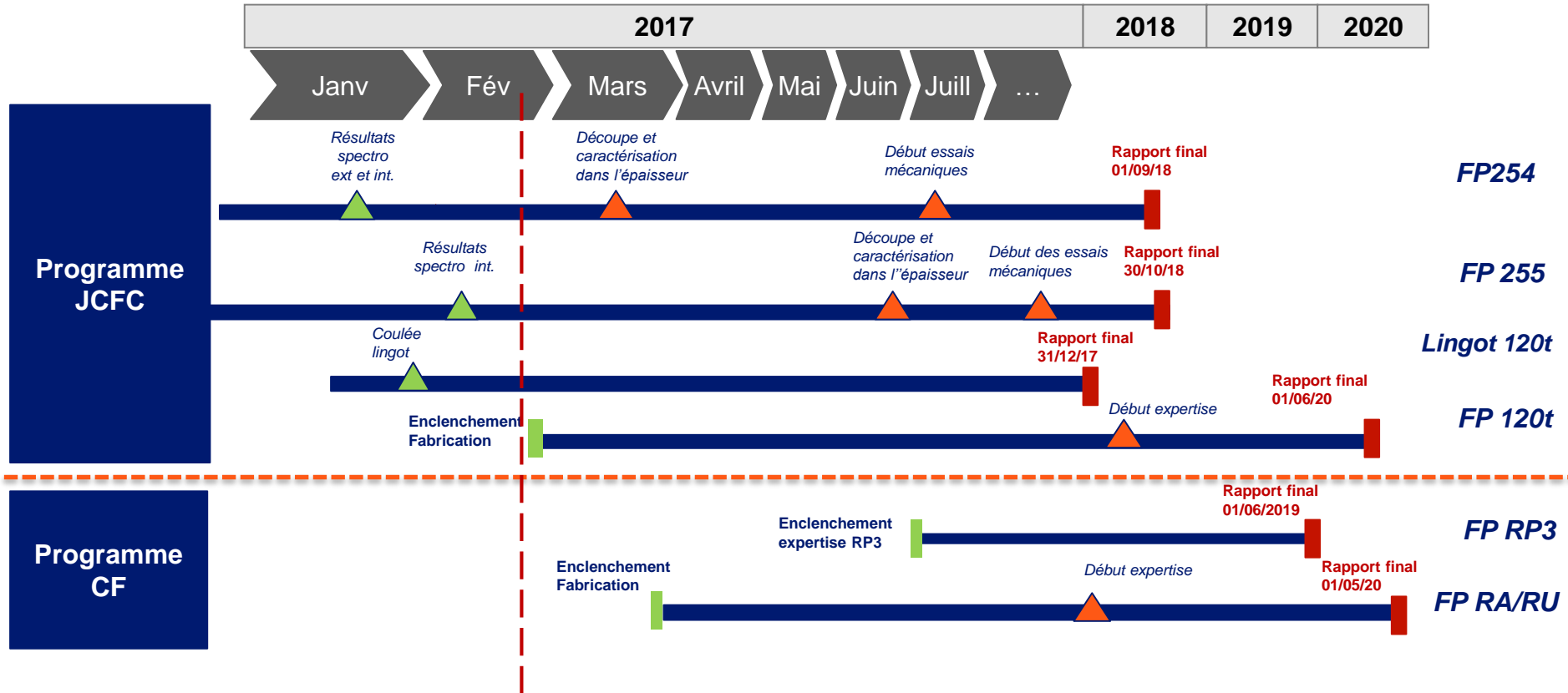
## □ Représentativité des pièces caractérisées vis-à-vis des pièces installées sur les réacteurs :

- Analyse des données de fabrication, simulation numérique du forgeage
- Confrontation avec les cartographies de teneurs en C mesurées sur site.



*Simulation FORGE : Champs de vitesses et température d'un lingot en phase d'écrasement entre 2 plaques*

# PLANNING DE REALISATION DES ESSAIS





## 3. PROGRAMME INTERNATIONAL

# Projet de Programme international

- ❑ Intérêt mondial tant des exploitants que des réseaux professionnels
- ❑ Volonté de partage des résultats des programmes d'essais
- ❑ Echanges techniques en cours avec les partenaires potentiels afin de définir les attentes et les besoins
- ❑ S'il est confirmé le projet se déroulera entre Septembre 2017 – Décembre 2020

