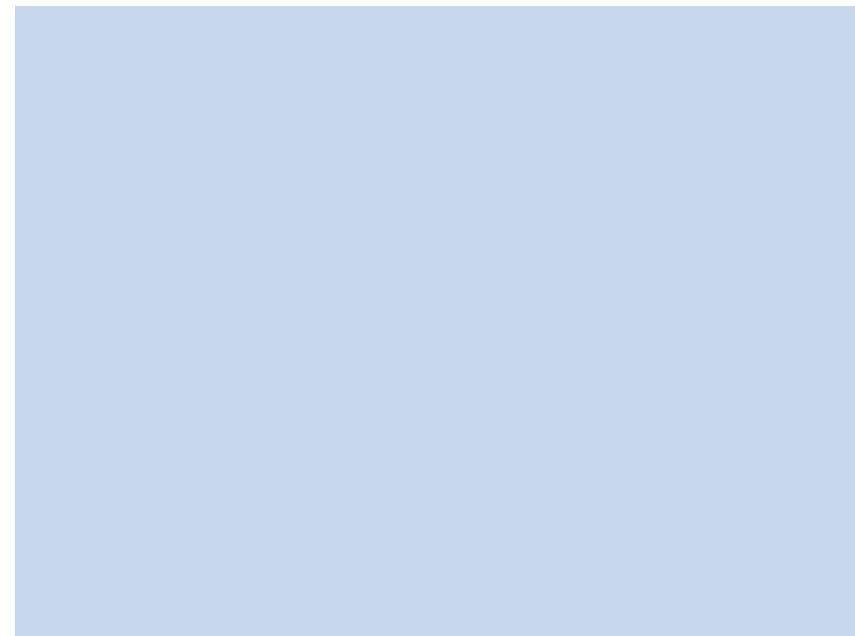


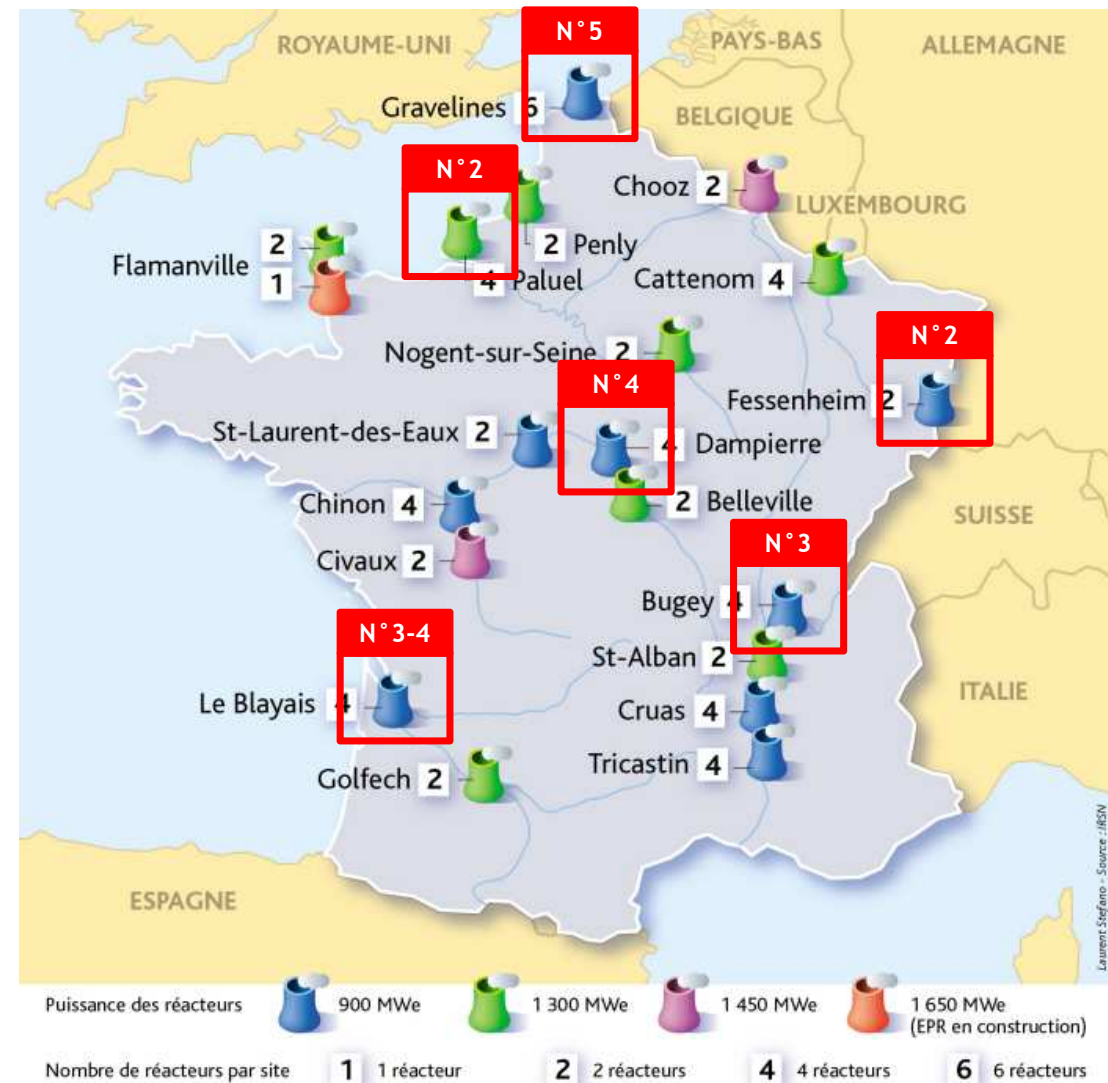
# Écarts au référentiel technique des soudures de certains composants nucléaires

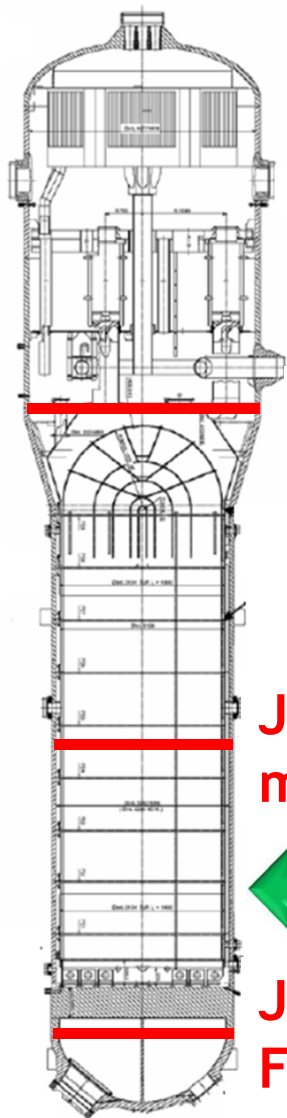
## Contour de l'expertise technique de l'IRSN



# Réacteurs concernés

CNPE	Réacteur	Nb	Type
Bugey	N° 3	3	RB
Fessenheim	N° 2	3	RB
Blayais	N° 3	3	RP
	N° 4	3	RO
Paluel	N° 2	1	PL
Gravelines	N° 5	2	RP





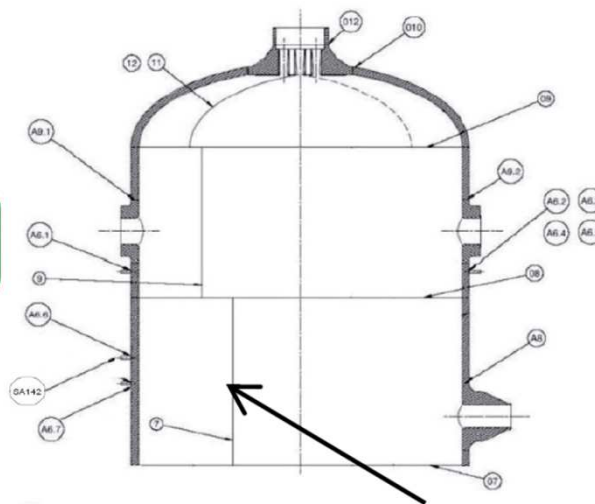
**Joint final**

**Joint entre viroles médiane et basse (TIF)**

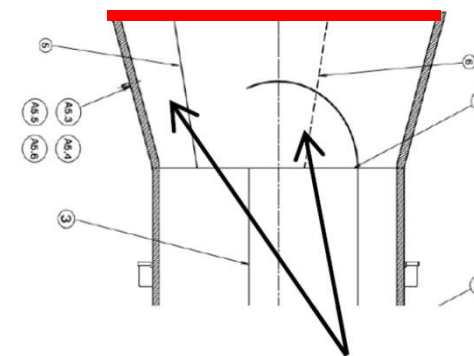
**Fessenheim 2**

**Joint plaque tubulaire Fond hémisphérique (PIF)**

**Paluel 2**



**Joint longitudinal Virole Tubulaire**



**Joints longitudinaux virole conique**

# Traitement de l'écart

Traitement  
thermique de  
détensionnement  
(TTD)

Propriétés  
mécaniques

Contraintes  
résiduelles

Études de  
conception  
(dommages  
mécaniques)

Aptitude au  
service

# Enjeux (1/4)

Traitement  
thermique de  
détensionnement  
(TTD)

■ Quelles températures ont été réellement appliquées ?

■ Moyens

- Modèle de simulation numérique (Framatome)
- Maquette du joint TIF (Framatome)

■ Difficultés

- Validation du modèle / maquette
- Extrapolation / différents types de joints

■ Besoin d'essais complémentaires ?

# Enjeux (2/4)

## Quel impact sur les propriétés mécaniques ?

- Décote
- Limite d'élasticité ( $R_{p0,2}$ )
- Résistance à la traction ( $R_m$ )
- Transition fragile ductile ( $RT_{NDT}$ )

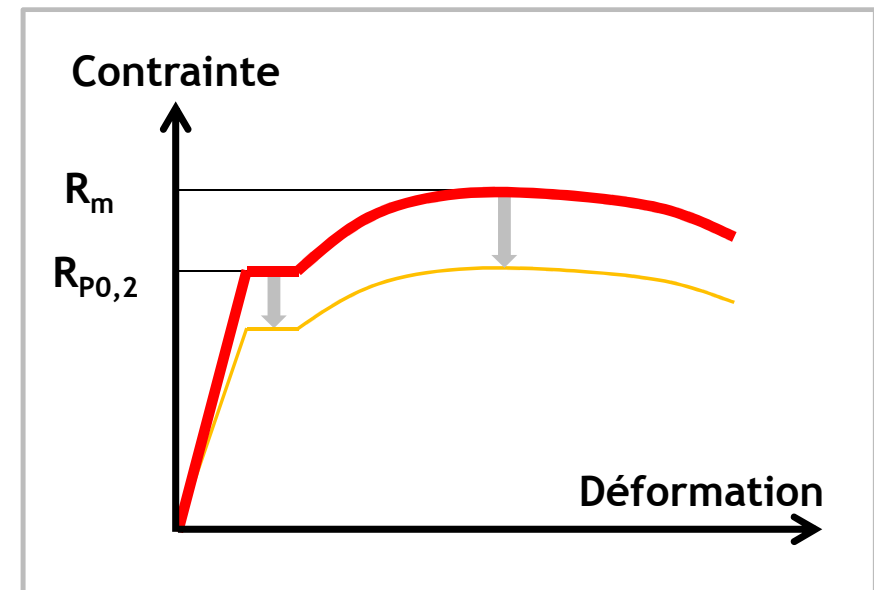
## Programme d'essais

- Matériau de base
- Joint soudé ?
- Zone affectée thermiquement ?

## Cumul avec ségrégation

Fessenheim 2

Propriétés  
mécaniques



# Enjeux (3/4)

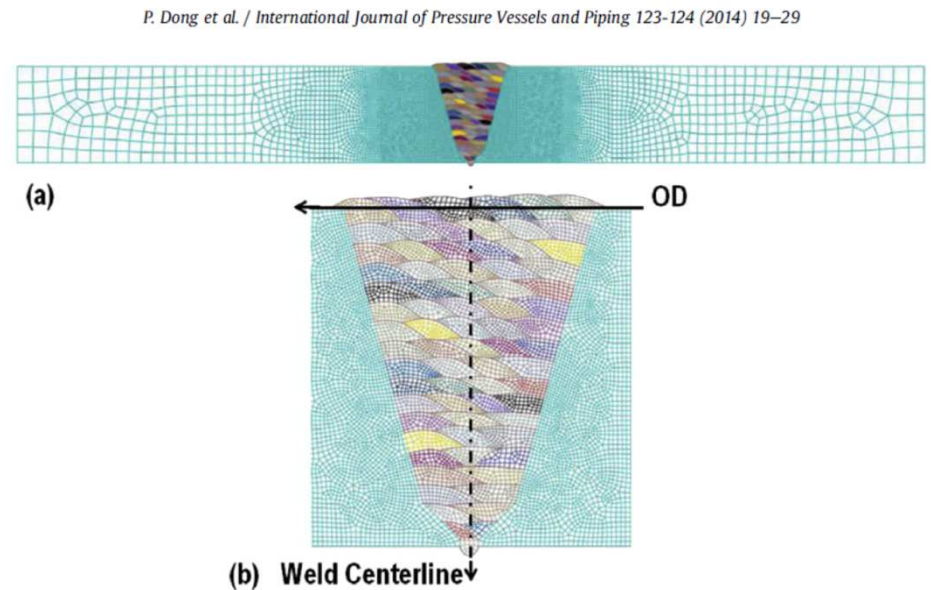
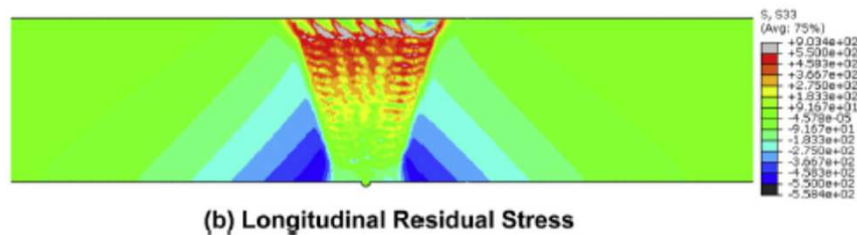
## Niveau des contraintes résiduelles ?

- Nature : contraintes de compression
- Valeur raisonnablement conservative ?
- Programme expérimental : mesures

## Littérature scientifique

- Simulation numérique

Contraintes résiduelles



# Enjeux (4/4)

## ■ Résistance à la pression

- Déformation excessive
- Instabilité plastique

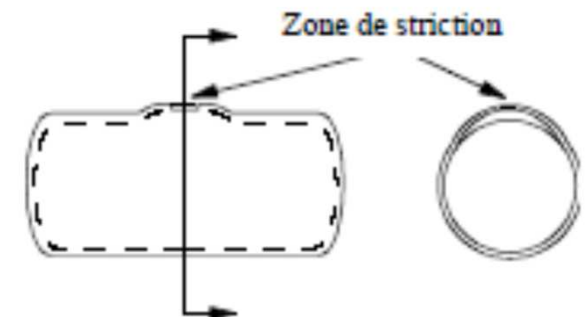
## ■ Rupture brutale

- Absence de risque d'amorçage d'un défaut
- Propagation de défauts
- Taille de défauts à retenir / contrôles

## ■ Points d'attention

- Différences de géométrie
- Évolution de certaines démarches / conception

Études de  
conception  
(dommages  
mécaniques)



Paluel 2



# Synthèse

	Limite élas- -ticité $R_{P0,2}$	Résistance traction $R_m$	Transition fragile ductile $RT_{NDT}$	Contraintes résiduelles
Déformation excessive	●			
Instabilité plastique	●	●		
Rupture brutale	●		●	●
Fatigue	○	○		
Déformation progressive	●	●		●
Corrosion sous contrainte				●

# Contour de l'expertise de l'IRSN

## ■ Avis IRSN / début 2020

- Programme expérimental proposé par Framatome
  - Thermique
  - Caractérisation des propriétés des matériaux

## ■ Avis IRSN / ultérieurement en 2020

- Caractérisation de l'écart
  - Modèle de simulation thermique
  - Plage de température enveloppe
- Hypothèses des études de dommages mécaniques
  - Propriétés des matériaux, contraintes résiduelles
- Résultats des études de dommages mécaniques

