



# EPR FLAMANVILLE : OÙ EN EST-ON ?

# PLAN DE L'EXPOSÉ

---

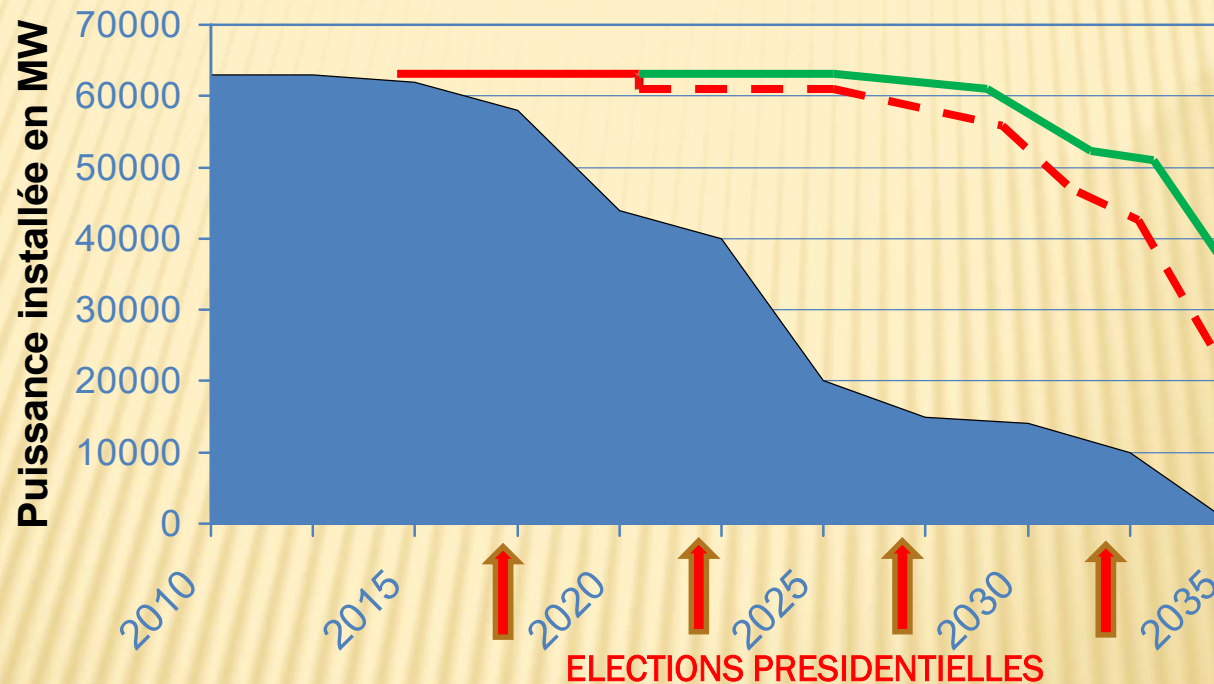
- 1- description de l'EPR, points singuliers
- 2- planning initial
- 3- consoles du pont – tuyauteries auxiliaires
- 4- spécificités de ce chantier complexe
- 5- les calottes de la cuve
- 6- tuyauteries Eau - Vapeur
- 7- les traversées vapeur



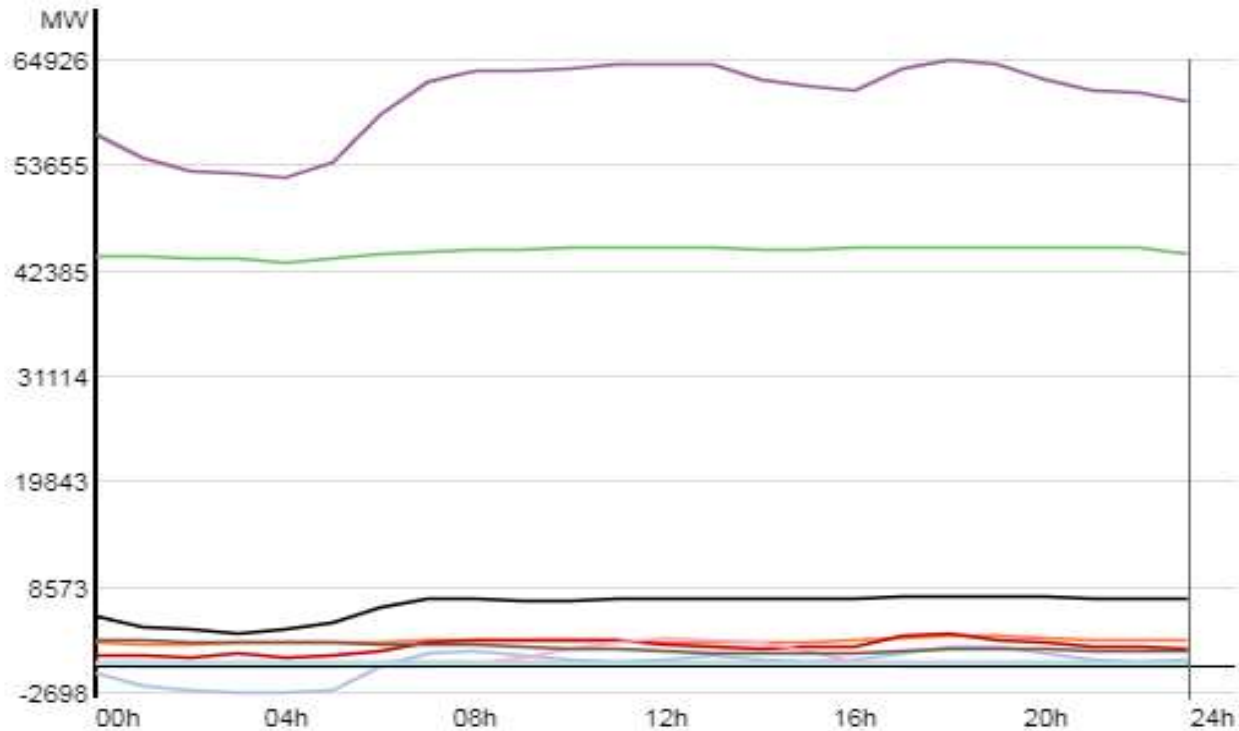
# POURQUOI CONSTRUIRE FLAMANVILLE 3 ?

EPR A&M mai 2020

- Pour anticiper l'arrêt des centrales nucléaires actuelles d'EDF
- Préparer le renouvellement des outils de production d'électricité



# LE NUCLÉAIRE GARANTIT LA PUISSANCE DISPONIBLE AUX BESOINS ET AU MAINTIEN DE LA FRÉQUENCE DU RÉSEAU



15 nov 2018

Données de production 23:00 - 24:00 (Moyenne horaire)			
Biomasse	318 MW	Gaz	7338 MW
Charbon	625 MW	Fioul	219 MW
Hydraulique STEP	737 MW	Hydraulique fil de l'eau / éclusée	2844 MW
Hydraulique lacs	2038 MW	Nucléaire	44200 MW
Solaire	111 MW	Déchets	252 MW
Éolien terrestre	1698 MW	Total	60380 MW

# L'EPR, DES PROGRÈS TECHNOLOGIQUES AU SERVICE DE :

## ■ La sûreté :

- Réduction de la probabilité d'accident (facteur 10)
- Prise en compte des agressions externes (coque avion)
- Aucune pénétration en fond de cuve
- Une conception évolutionnaire (receveur de corium)

## ■ L'environnement :

- Une production d'énergie sans émission de CO<sub>2</sub>
- Réduction de 30 % des rejets liquides et gazeux
- Dosimétrie en exploitation inférieure de 40%

## ■ La performance :

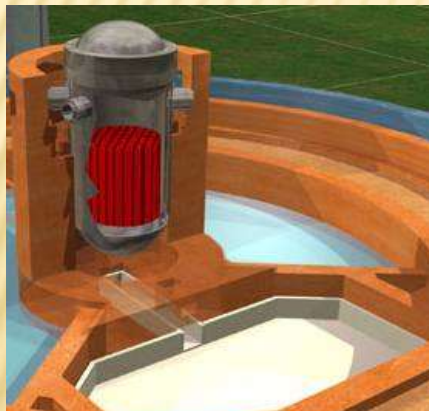
- Augmentation de 36% de la production annuelle / 1300 MW P4 :  
→ 1650 MW avec un taux de disponibilité accru (91%)
- Conception permettant au minimum 60 années d'exploitation





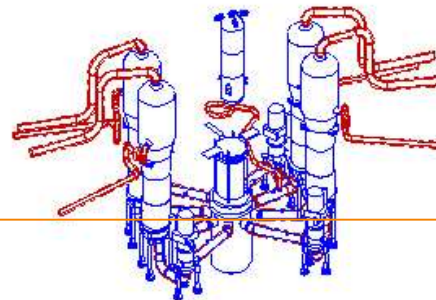
# AMÉLIORATION DE LA CONCEPTION

4 systèmes de sûreté indépendants



Receveur de Corium  
en cas d'accident

Amélioration des systèmes  
et des composants



Coque avion

# EPR – ÎLOT NUCLÉAIRE



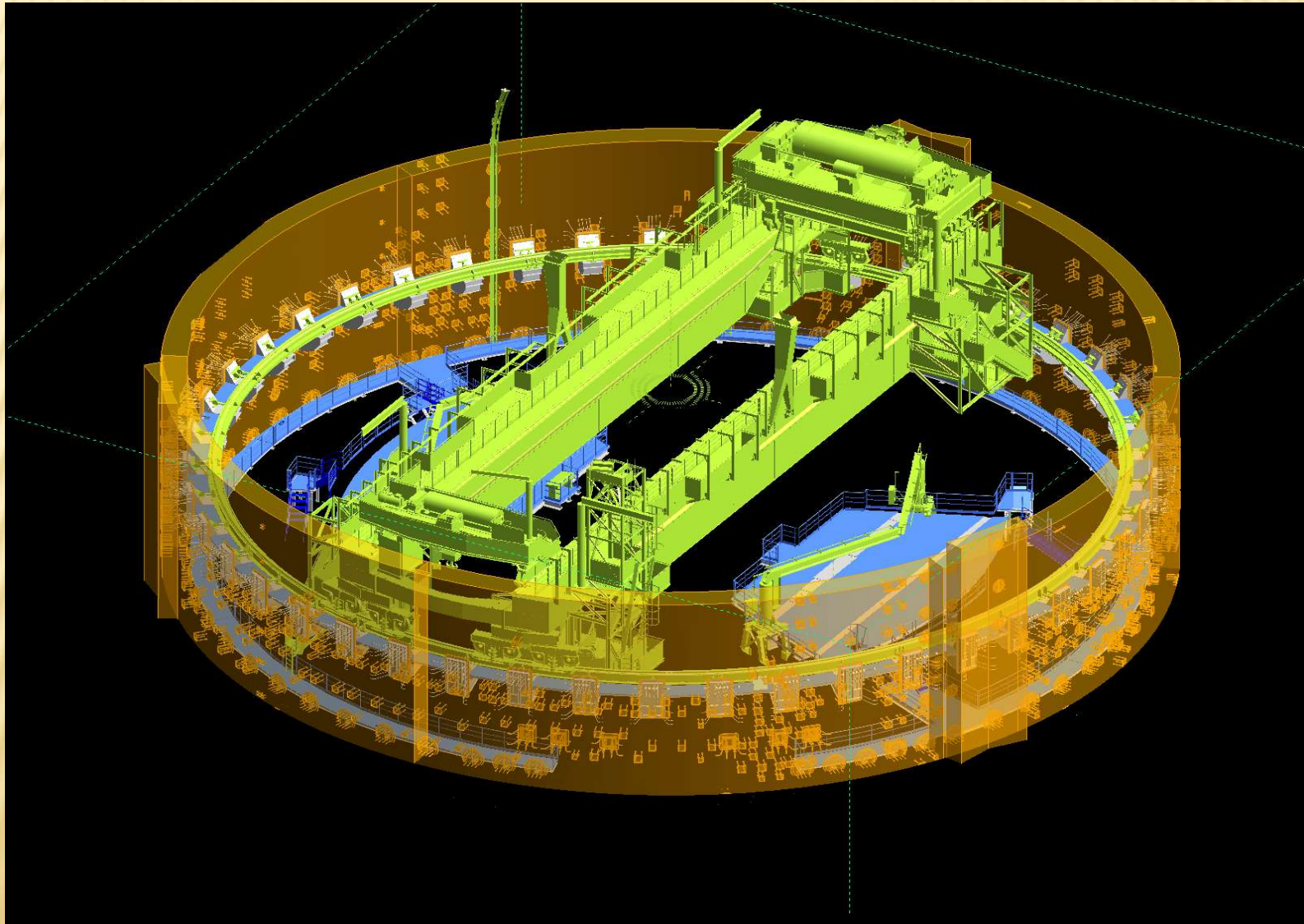


# LE CORE-CATCHER





# LES CONSOLES DU PONT POLAIRE





# DÉC 2011 LES CONSOLES SONT EN PLACE





# MAI 2013 LES NOUVELLES CONSOLES EN PLACE



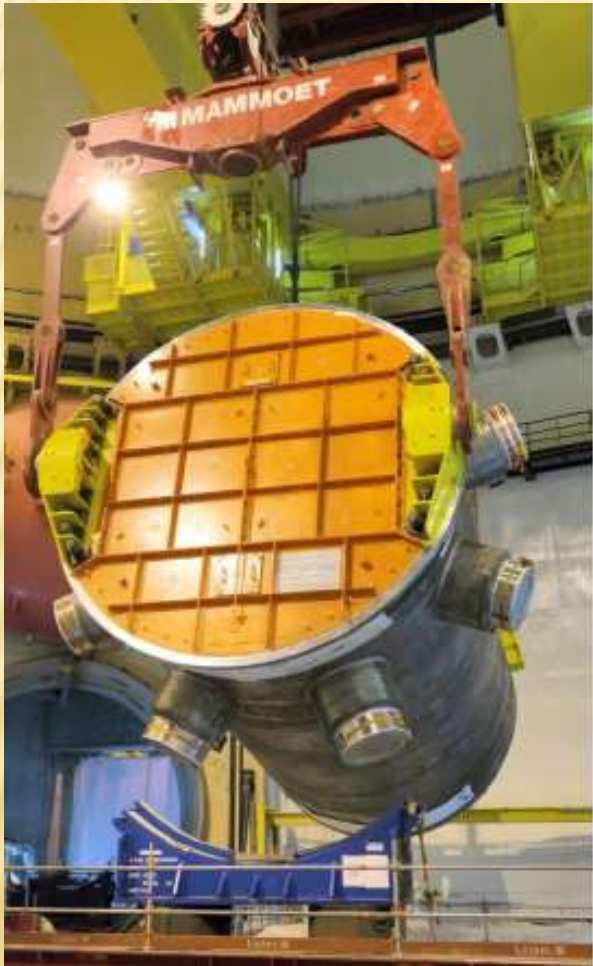
# 16 JUILLET 2013 : POSE DU DÔME

La plus grosse grue au monde acheminée par bateau puis 220 camions de 38t





# JANVIER 2014 INTRODUCTION DE LA CUVE



OL 3 = juin 2010



# JANVIER 2015





# ESPN DE 2005

## Evolution des exigences :

Dans un délai très court et à effet rétroactif sur des fabrications engagées  
Difficultés d'application, édition de Guides de lecture édités en 2012-2013  
*L'arrêté ESPN de 2005 fait 15 pages, son guide 8 explicatif de 2012 en fait 68 !*  
*Le guide 19 (16 pages d'explication du guide 8) a été émis en février 2013 !*

## Complexification du corpus réglementaire :

Paradoxal au regard des 40 ans d'exploitation des REP français enviée par le monde entier (1900 années x réacteur sans incident)

## Déresponsabilisation

## et démotivation des acteurs :

Par la multiplicité des contrôles, inspections et audits



# TUYAUTERIES AUXILIAIRES

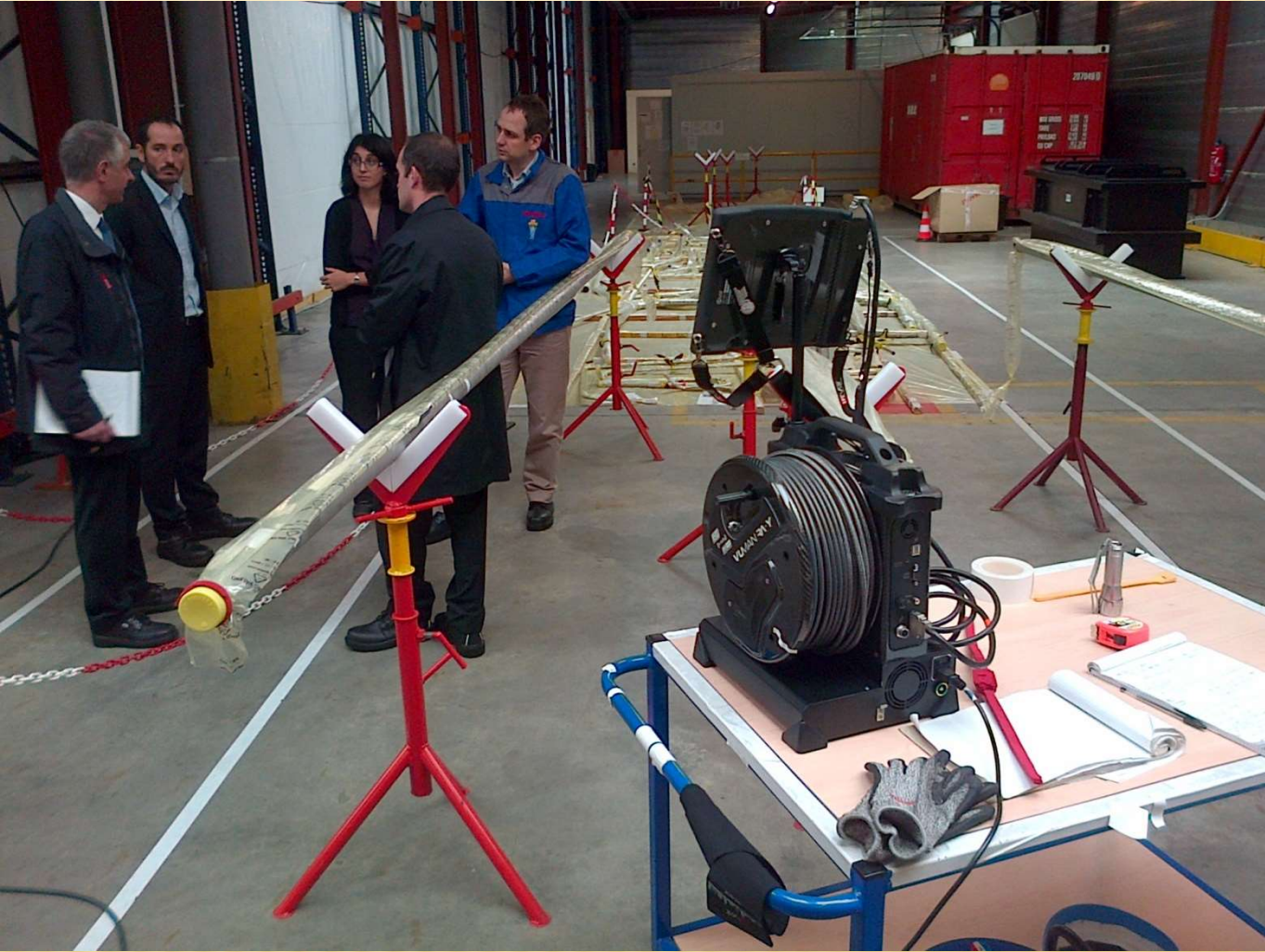
- ESPN = des Organismes Notifiés (ONA) sous pression de l'ASN DEP
- Des Fiches d'Ecarts excessives /disparition du bon sens de l'Ingénieur
- Des exigences limites lors des EVF externes et internes
- Un usage abusif de l'endoscopie (grossissement x20)
- Une politique Achat discutable = AREVA fournit aux tuyauteurs les métaux d'apport et les tubes !
- Des quantités doublées par rapport aux études et contrats initiaux
- Les études sont finalisées par SE sans logique de montage par niveau

## RESULTAT :

- Des cadences de pré-fabrication très basses
- Des Autorisations d'Expédition sur site bloquées
- Un ordre de montage anarchique, on monte ce qui arrive !
- Des responsabilités diffuses en cas d'anomalies
- Un retard au plus fort de 1500 soudures à radiographier (20/nuit)



# ESPN = EVF FINAUX, PASSAGE ENDOSCOPE





# EMBOUTEILLAGE EN USINE LE SITE N'EST PAS ALIMENTÉ !





# EVF EXTERNES CALE ÉTALON TACTILE





# POLISSAGE INTERNE D'UNE TRAVERSÉE VAPEUR





# POLISSAGE INTERNE D'UN PETIT DN CARBONE



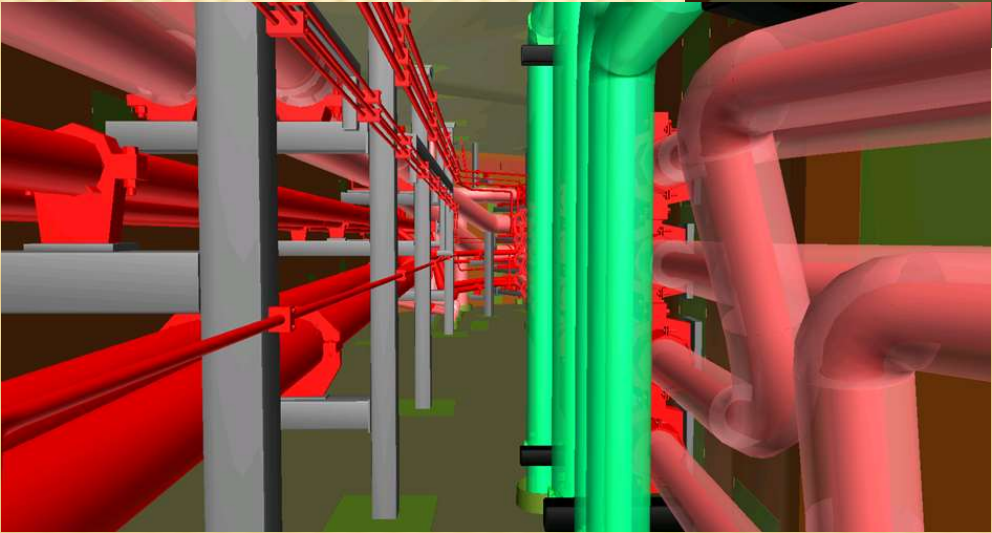
# SANS COMMENTAIRE !



**L'ASSURANCE DE QUALITÉ EST DEVENUE  
UNE ASSURANCE DE CONFORMITÉ !  
DES CLERCS DE NOTAIRES ONT REMPLACÉ LES INGÉNIEURS**



# SUPPORTAGE NOYÉ ET VUE MAQUETTE EN FINAL







# PLAQUES DE SUPPORTAGE PRÉSCÉLÉES



# UN SUPPORTAGE CONÇU POUR 0,25G



ALORS QUE LES VOISINES FLAMANVILLE 1-2 à 2 x 1300MW  
SONT CONÇUES POUR 0,13 G ?



# CHERCHER L'ERREUR !



# LES ÉCHAFAUDAGES !

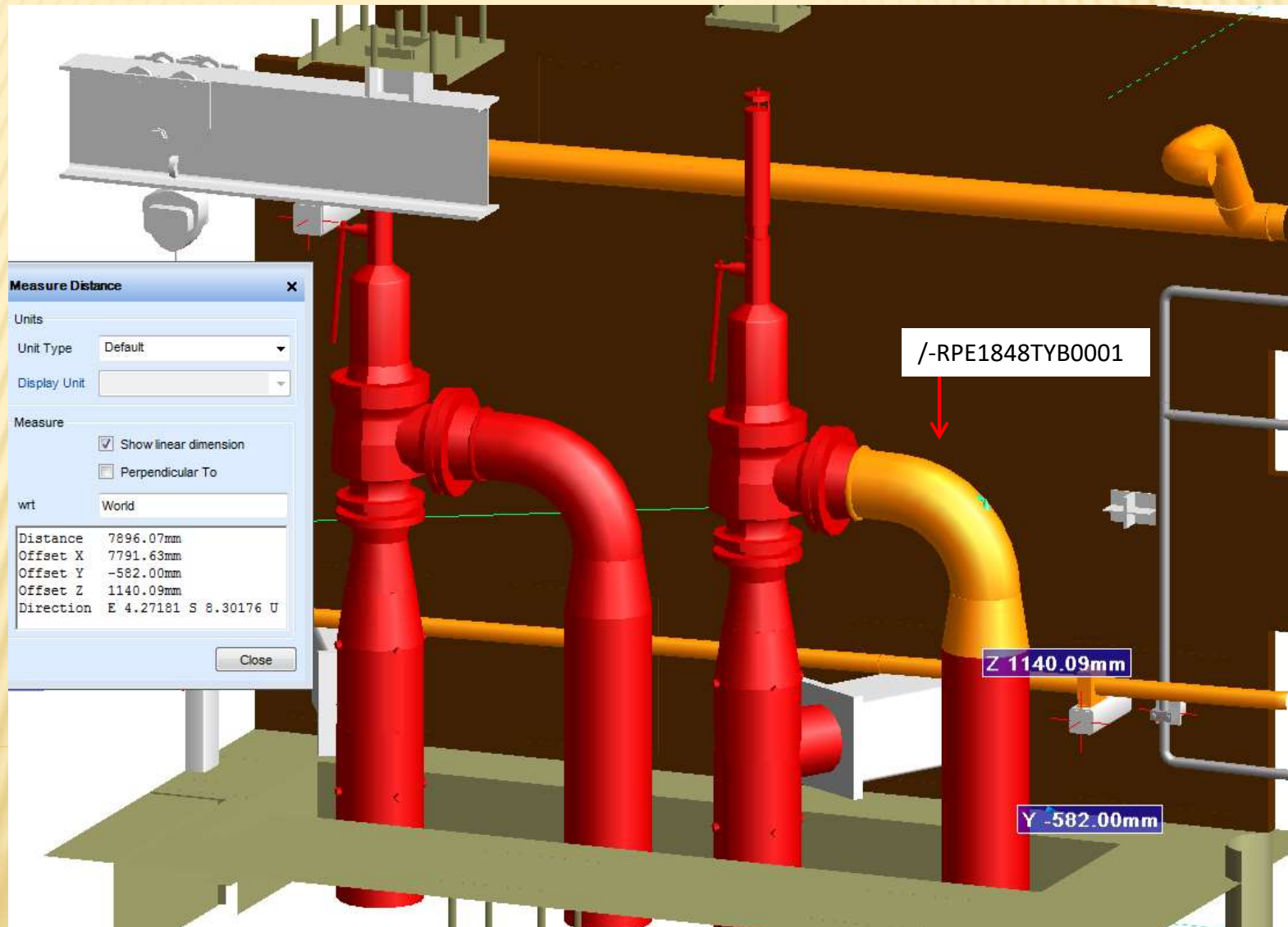




# ACCÈS COMPLEXES AUX POSTES DE TRAVAIL !

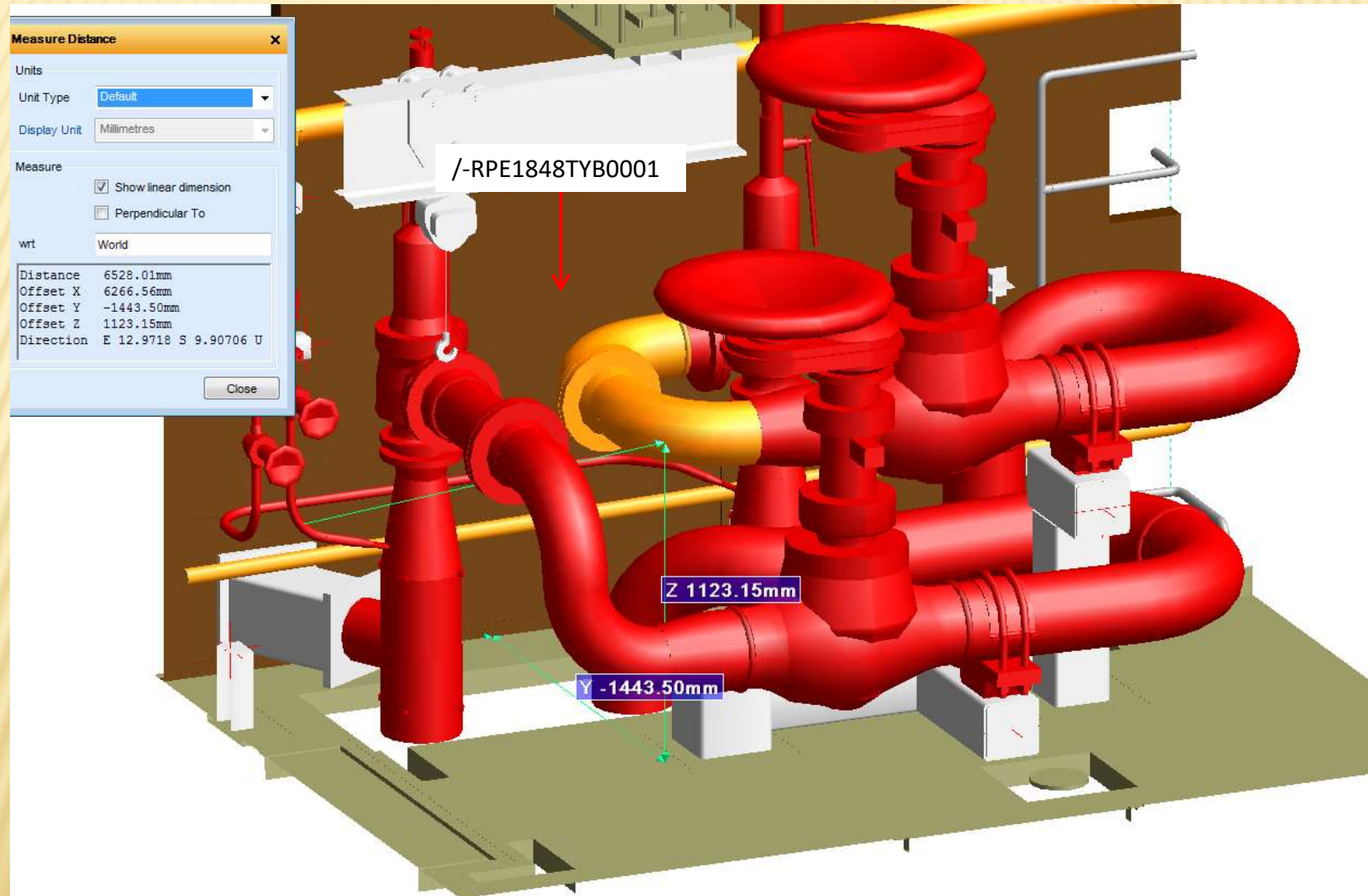


# Les modifications incessantes : AVANT





# Les modifications incessantes : APRÈS



# UNE INSTALLATION TRÈS DENSE





# UNE INSTALLATION TRÈS DENSE



# DIFFICULTÉS DU GRAND CHANTIER

## Productivité très basse :

- Respect des horaires, perte de temps dans les déplacements
- Îlot Nucléaire : Un labyrinthe de 1400 locaux

## Préparation amont insuffisante :

- Changements incessants de locaux de travail
- La complexité du montage et des procédures décourage la prise d'initiative



## Problème de comportement des monteurs :

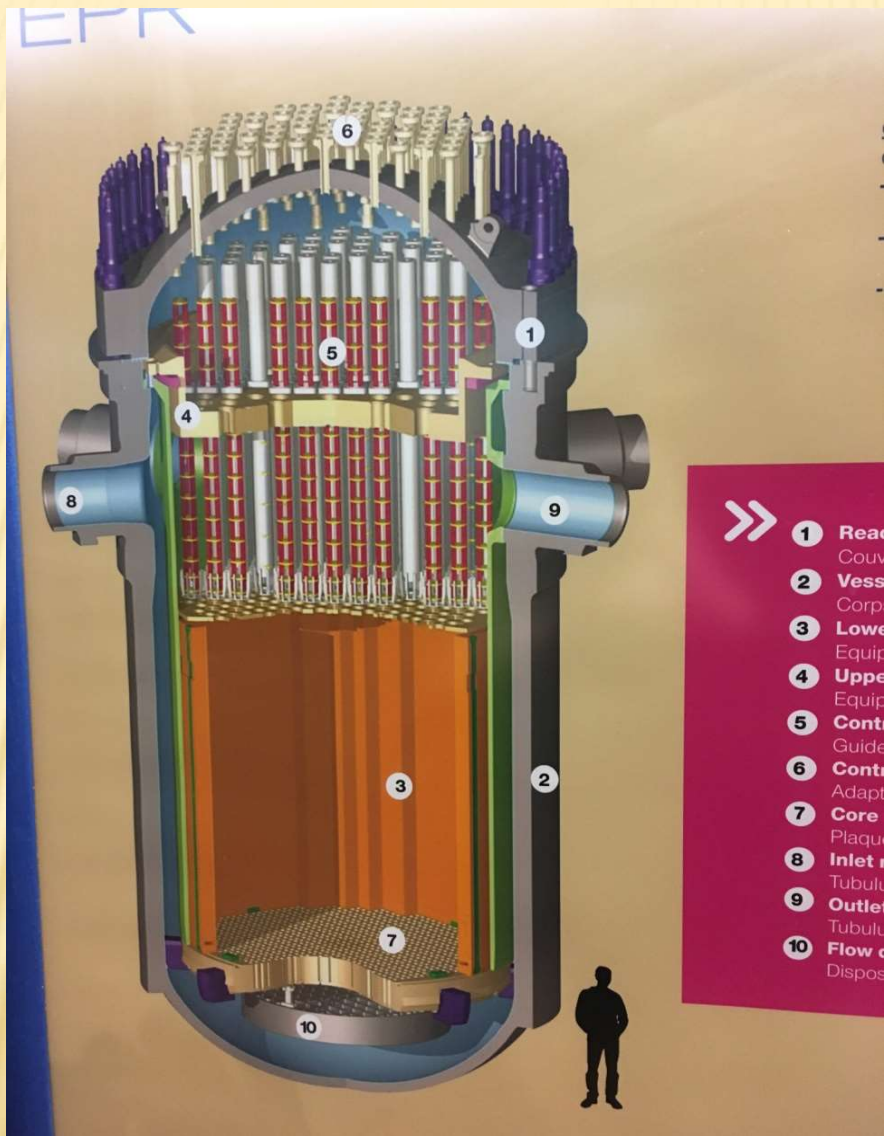
- Nombreuses pauses, management de proximité déficient

## Problème de l'encadrement :

- Temps passé sur l'ordinateur, avalanche de mails
- Plus de temps consacré au reporting qu'à l'action terrain



# LES CALOTTES DE CUVE



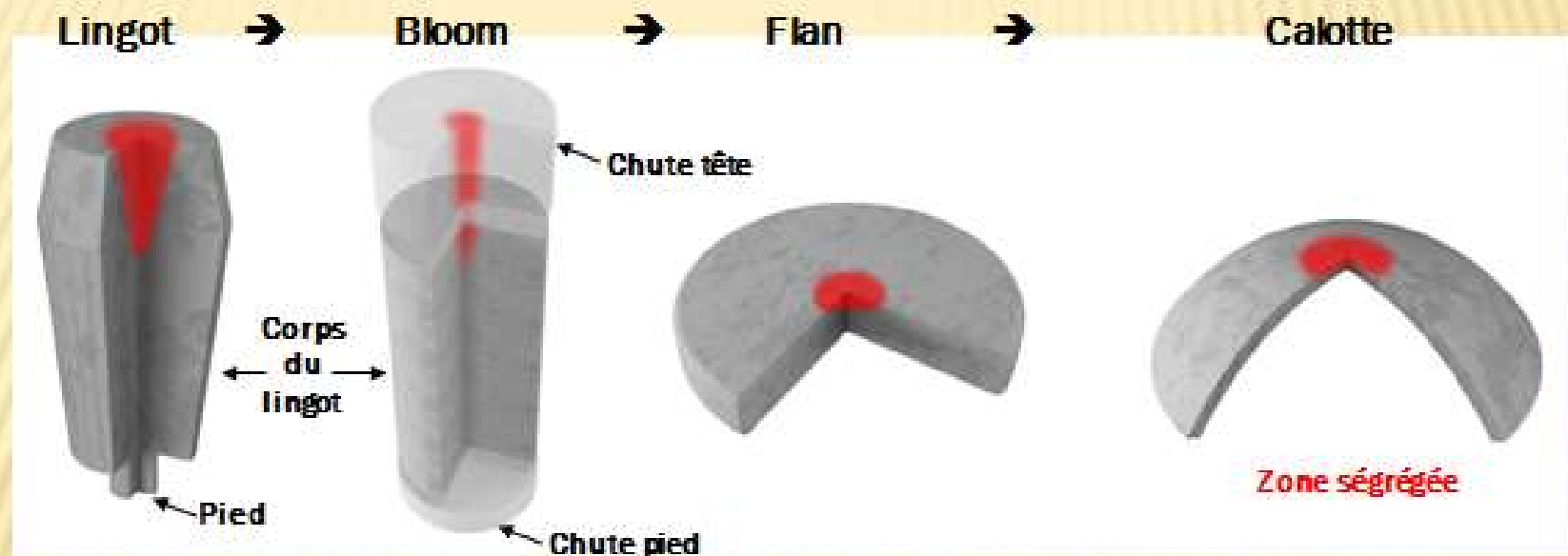
# DÉTECTION DE L'ÉCART ET ORIGINE TECHNIQUE



- ✘ 2014 : résultats de résilience plus faibles qu'attendu sur une carotte centrale prélevée sur une calotte de couvercle de cuve EPR
- ✘ Cause : ségrégation majeure positive résiduelle en carbone au centre de la calotte, non éliminée lors des opérations de chutage du lingot



# DÉTECTION DE L'ÉCART ET ORIGINE TECHNIQUE



## Étapes du forgeage

- \* Ségrégation majeure positive résiduelle
  - + Phénomène naturel lors du refroidissement du lingot
  - + Résultat : enrichissement local en carbone

**FORGEAGE DU  
BLOOM, MISE AU  
CYLINDRE  
PRESSE DE  
9000T**

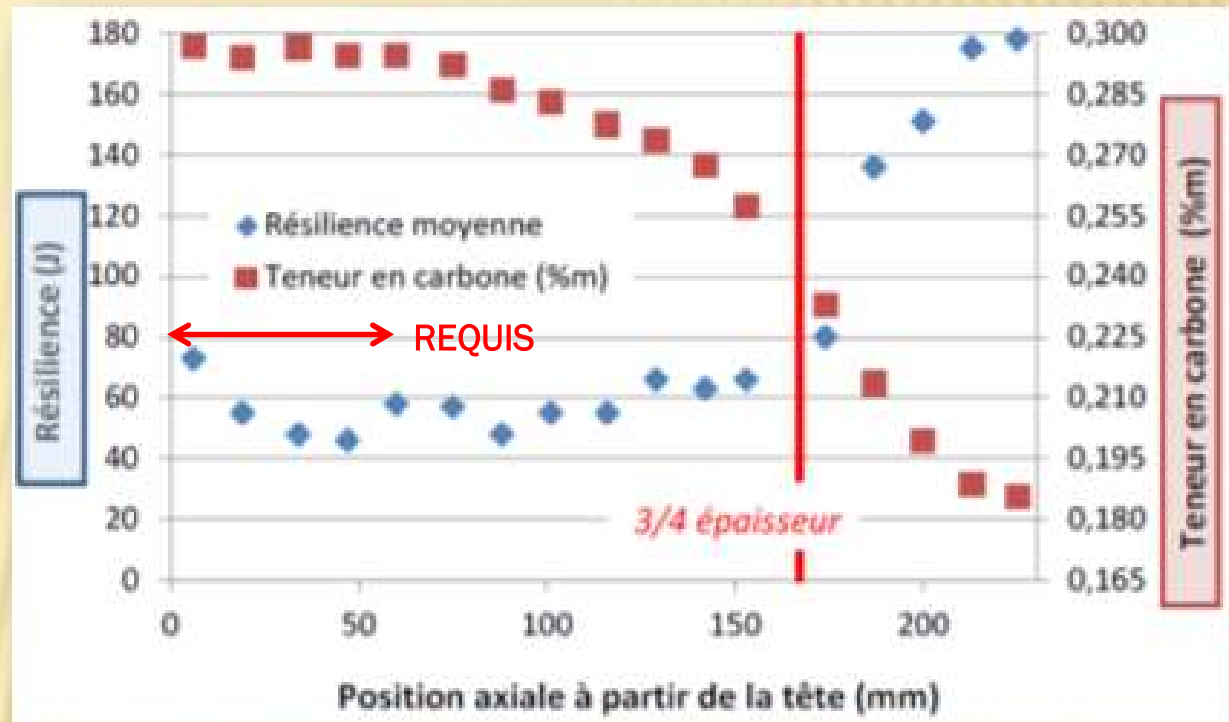
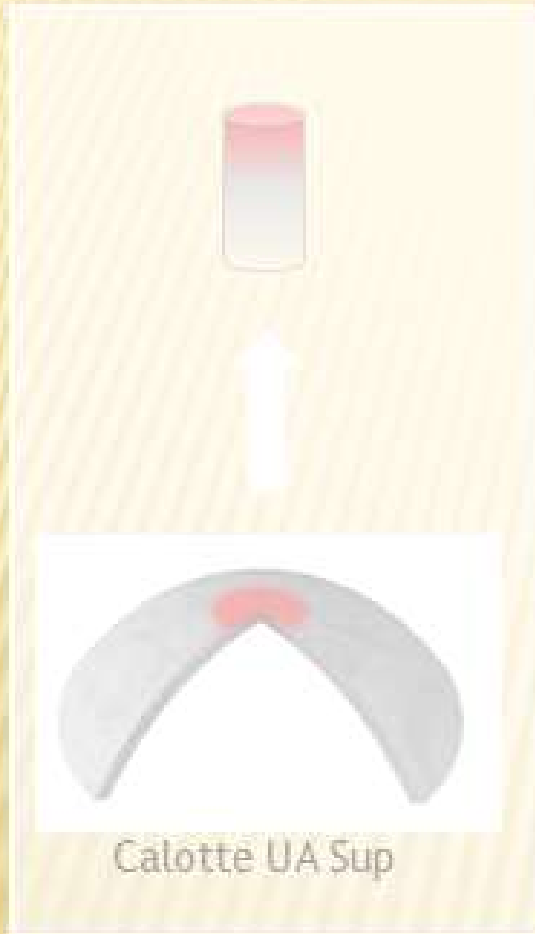




# PRÉHENSION DU BLOOM



# RÉSILIENCE (0 °C)





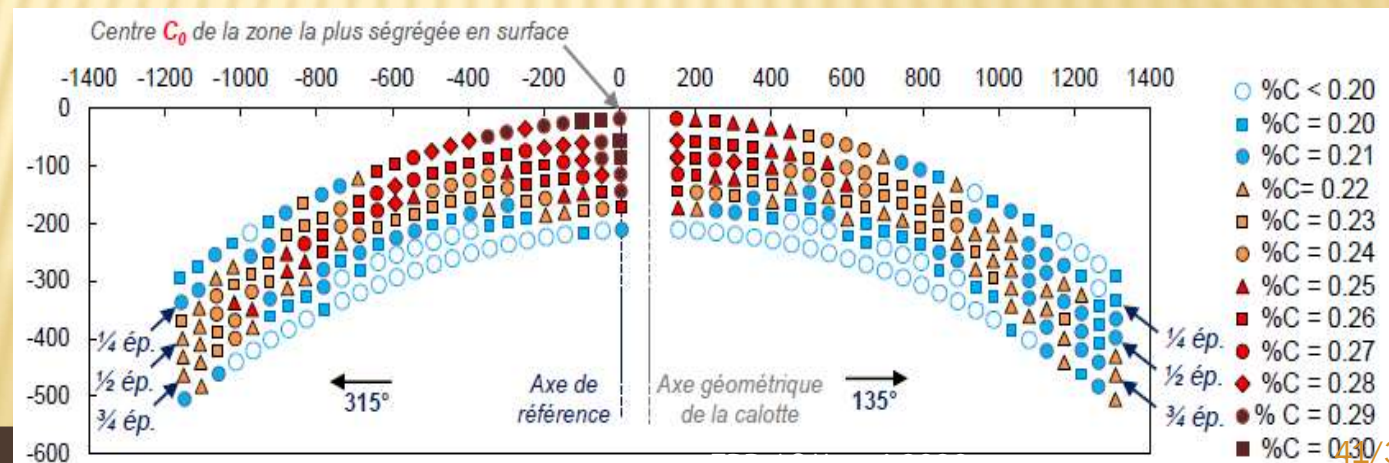
# PROGRAMME D'ESSAIS

## ✘ Essais destructifs

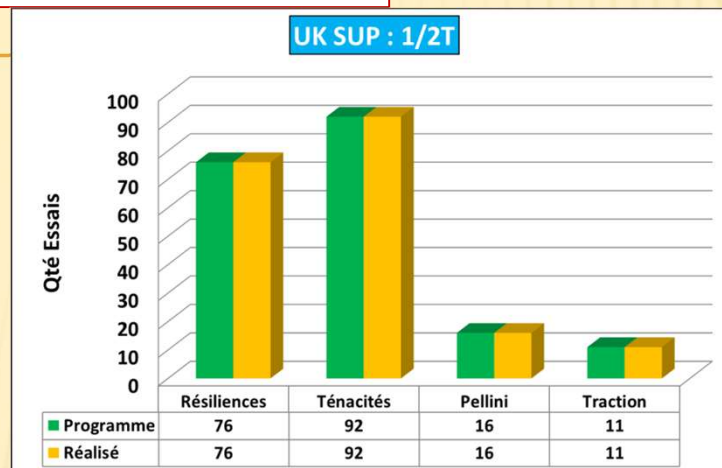
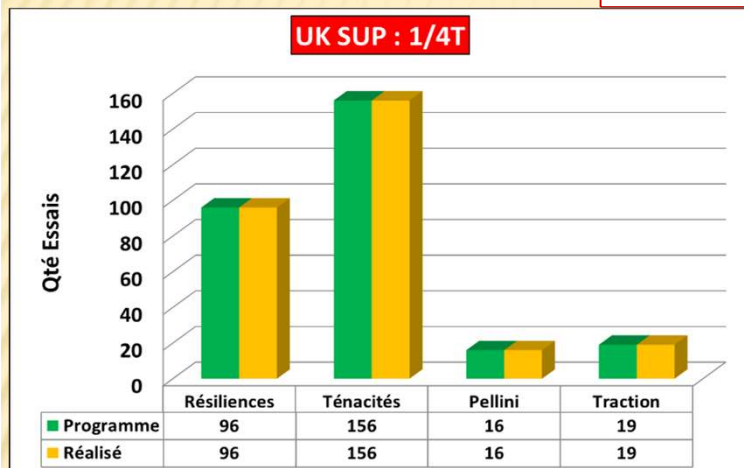
- + Éprouvettes prélevées dans trois calottes de fabrication similaire, représentatives de celles utilisées pour FA3
- + Calottes supérieures UA et UK + calotte inférieure UA

## ✘ Localisation de la ségrégation (position et profondeur) Découpages des pièces

UA sup



Avancement



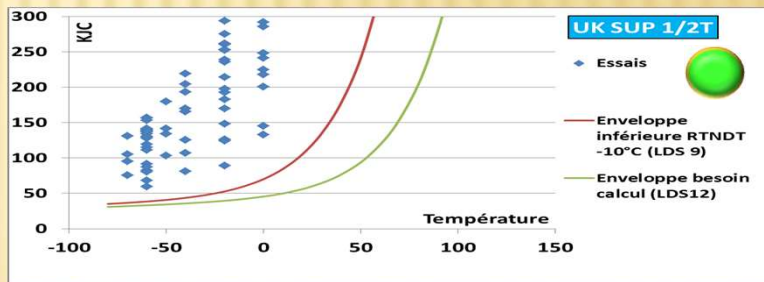
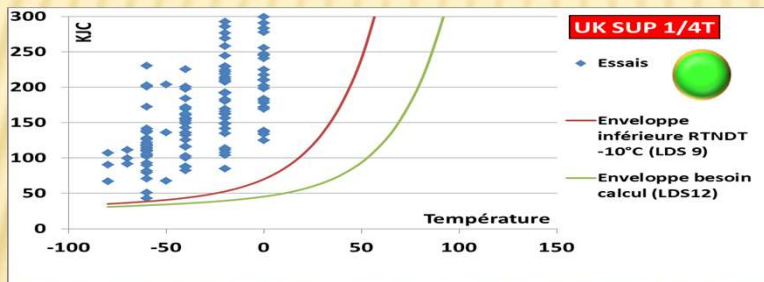
**Tractions UK Sup :**  
 Les 3 essais à l'ambiante :  
 Allongement à rupture > 20%  
 1/4 épr : 20,5 - 22 - 22,5 %  
 1/2 épr : 24,5 - 25,5 - 26 %

Résultats zone ségréguée

**1/4 épaisseur** T env = ~ -27 °C

**1/2 épaisseur** T env = ~ -39 °C

Ténacités



Résiliences

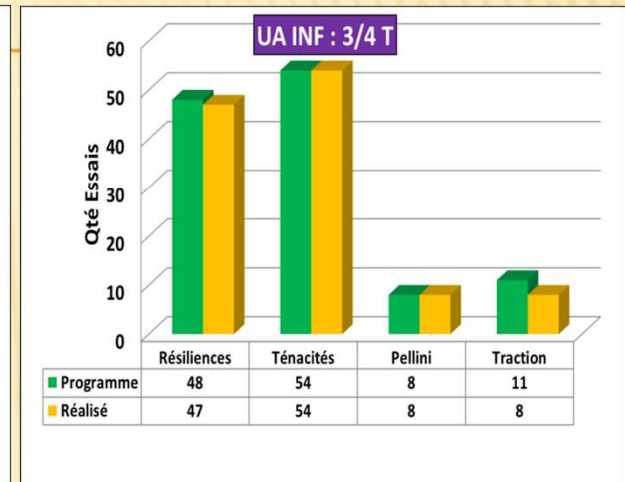
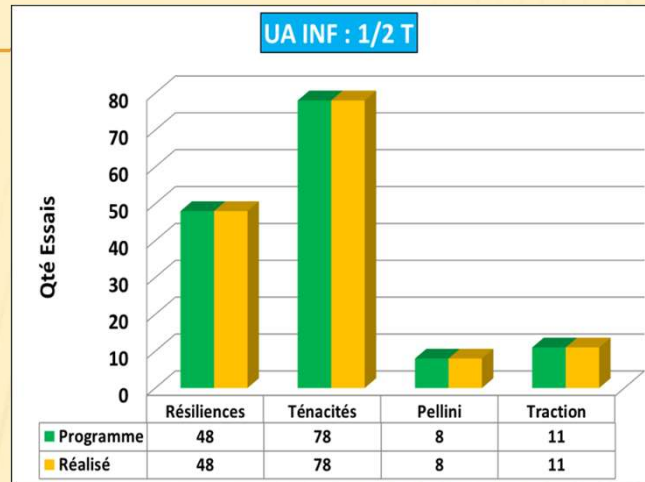
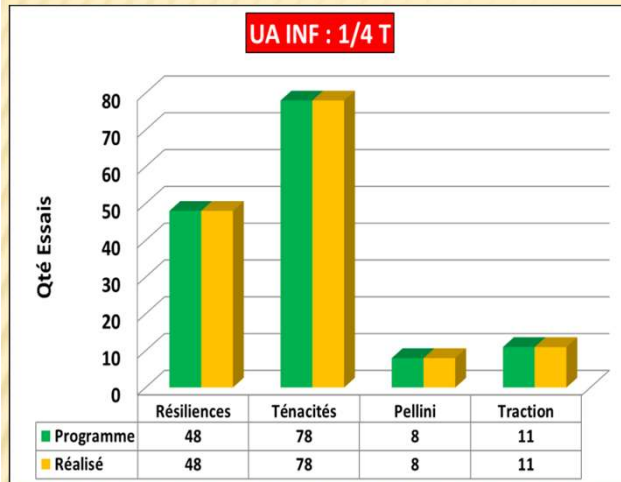
- 72/72 testées :
- Confirmation : RTndt = TNdt Pellini
- TCV - 33° = -13 °C

- 52/52 testées :
- Confirmation : RTndt = TNdt Pellini
- TCV - 33° = -28 °C

**Au total 1722 essais mécaniques et 1503 analyses chimiques effectués !**



## Avancement



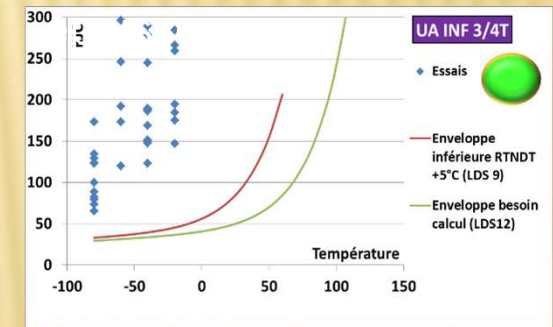
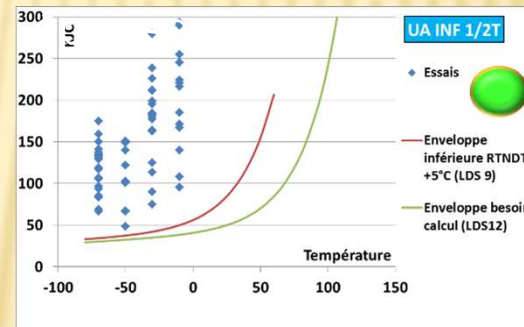
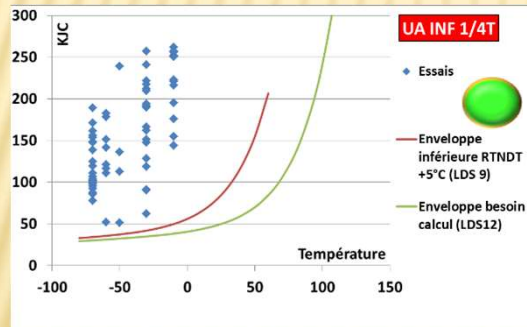
## Résultats zone ségréguée

**1/4** T env = ~ -32°C

**1/2** T env = ~ -31°C

**3/4** T env = ~ -63°C

### Ténacités



### Résiliences

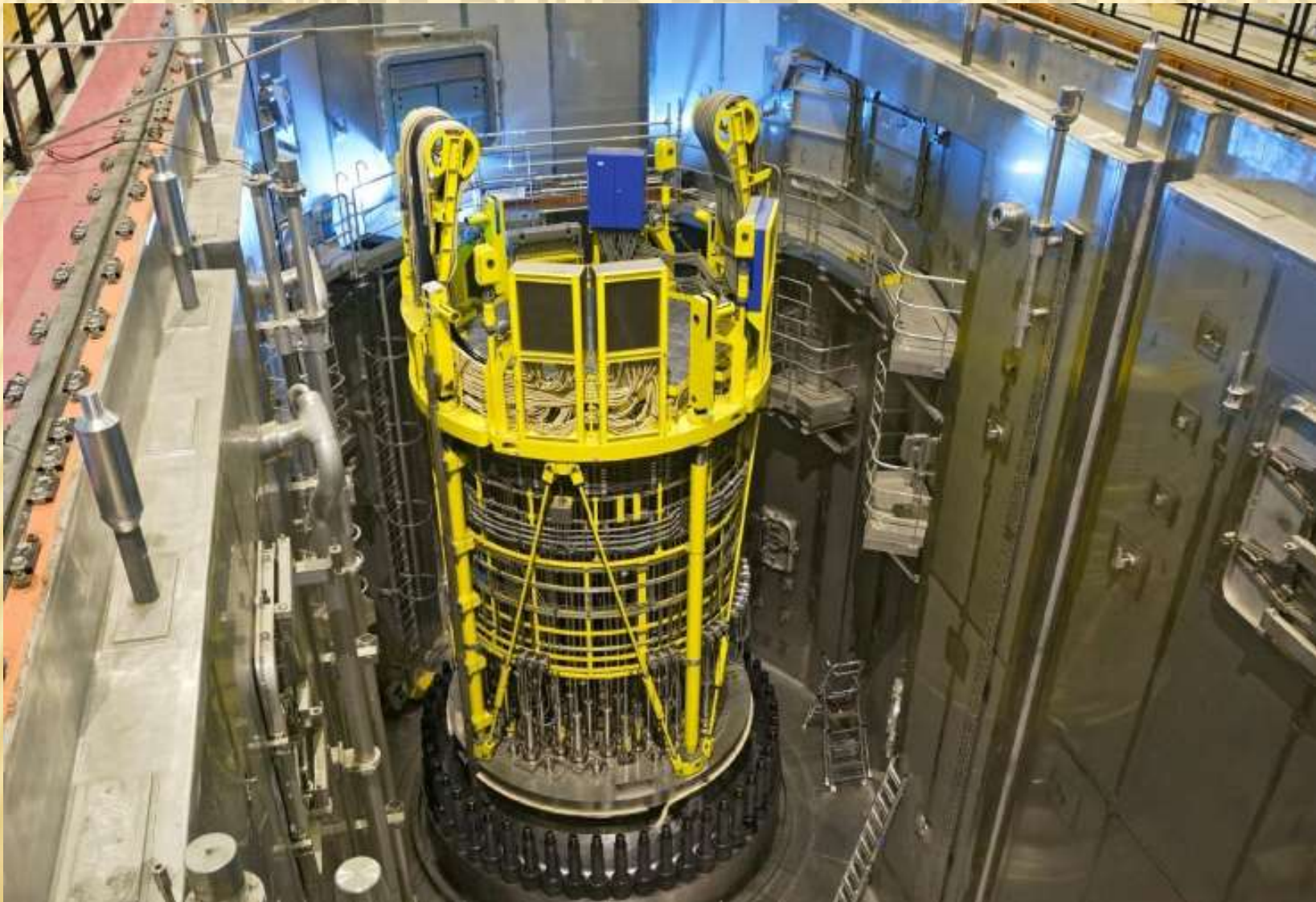
36/36 testées : 1 essai à 0°C < 60 J  
 Confirmation : RTndt = TNdt Pellini  
 • TCV - 33° = -28°C

36/36 testées : 1 essai à 0°C < 60 J  
 Confirmation : RTndt = TNdt Pellini  
 • TCV - 33° = -28°C

6 essais à 0°C : aucun < 60J  
 Confirmation : RTndt = TNdt Pellini  
 • TCV - 33° = -53°C

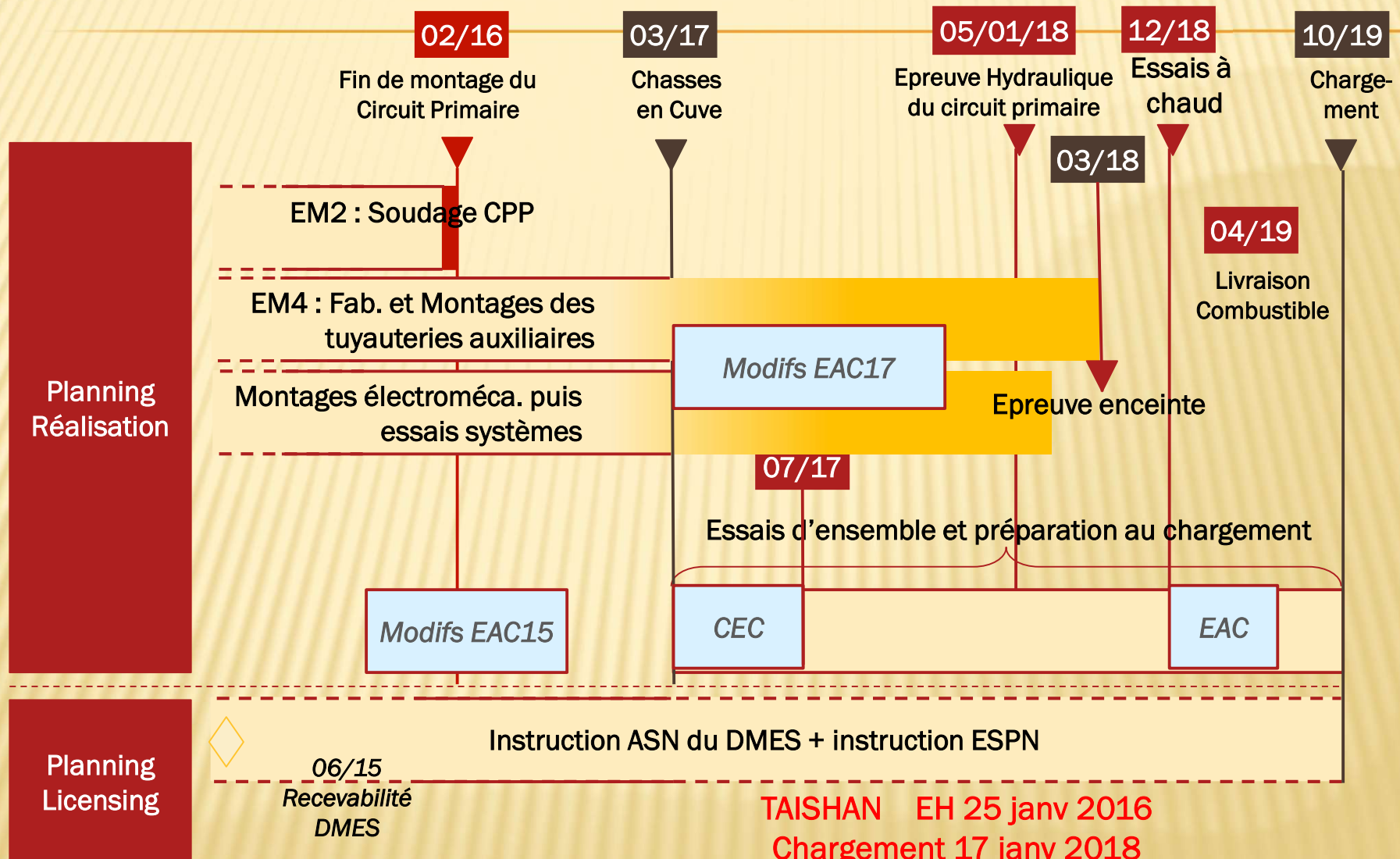
**12 octobre 2017 = autorisation ASN à utiliser la cuve FA3 en l'état !**

# CUVE FERMÉE POUR EPH 18 DÉC 2017



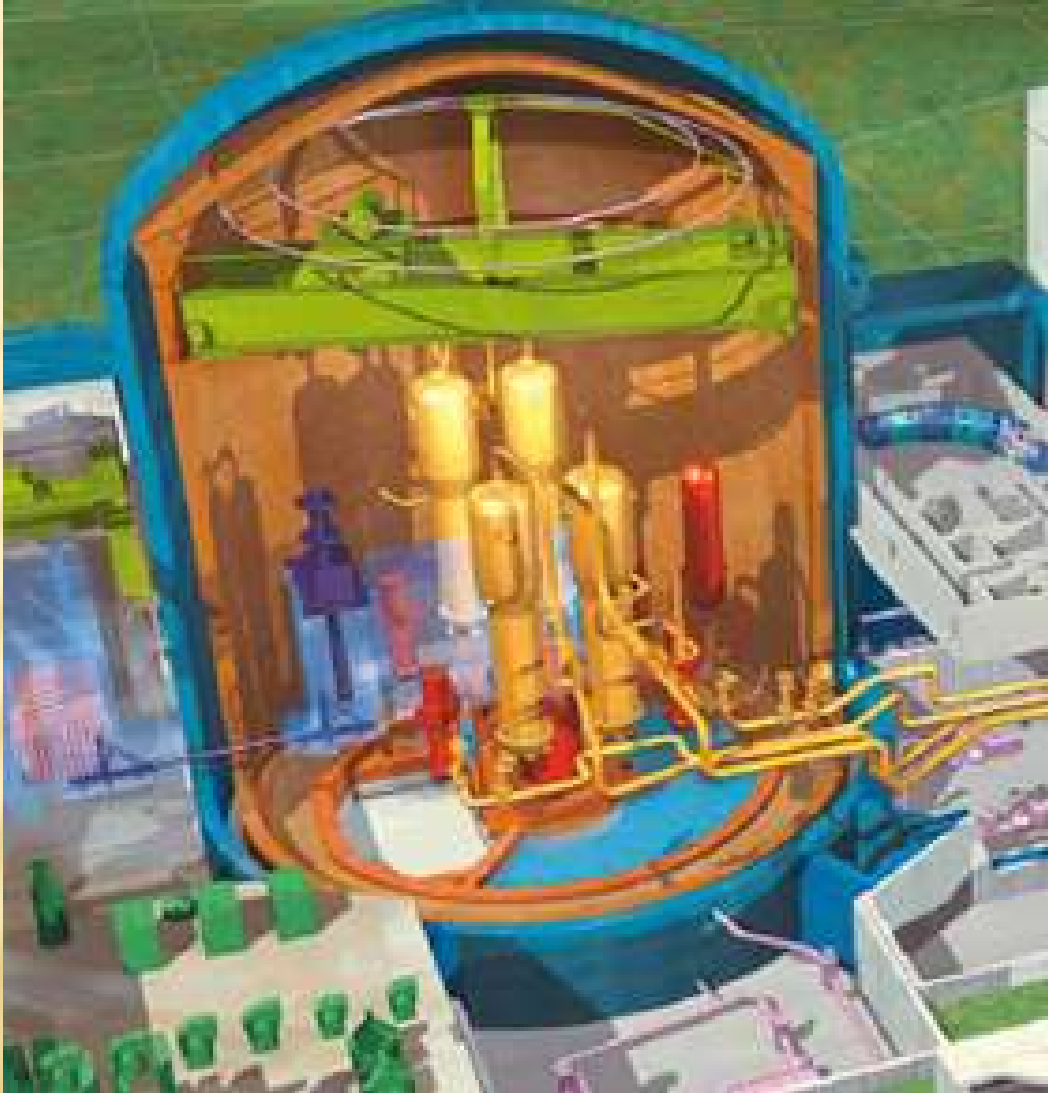


# LE DERNIER PLANNING OPÉRATIONNEL



TAISHAN EH 25 janv 2016  
 Chargement 17 janv 2018  
 100% Pn 04 nov 2018

# TUYAUTERIES EAU-VAPEUR



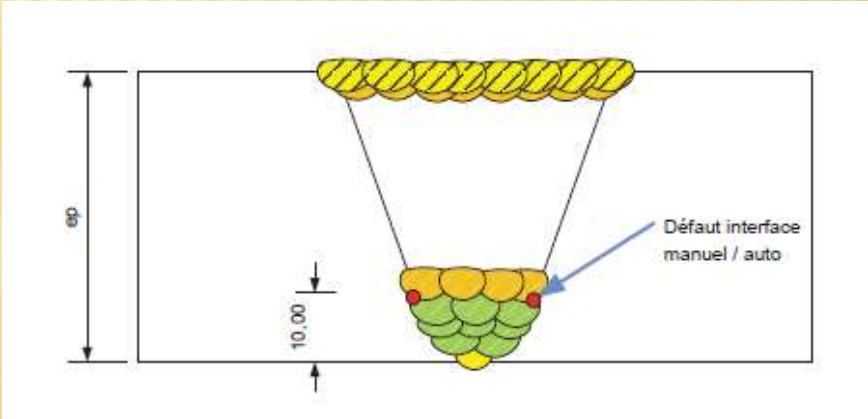
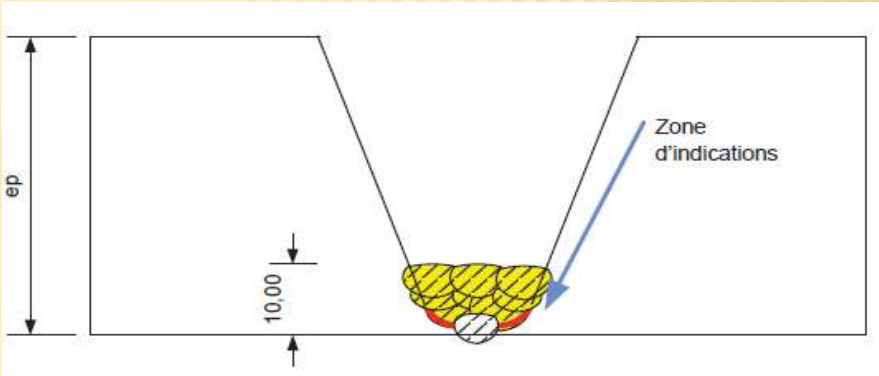
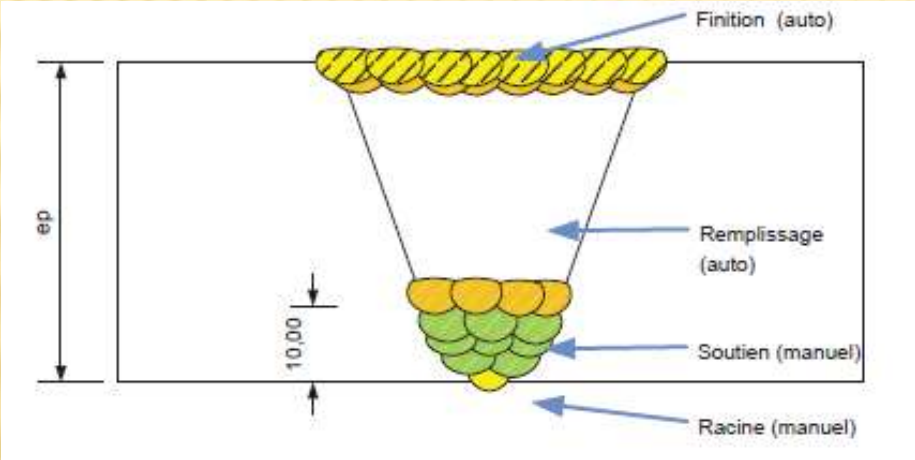


# SOUDAGE TIG ORBITAL



# LOCALISATION DES INDICATIONS

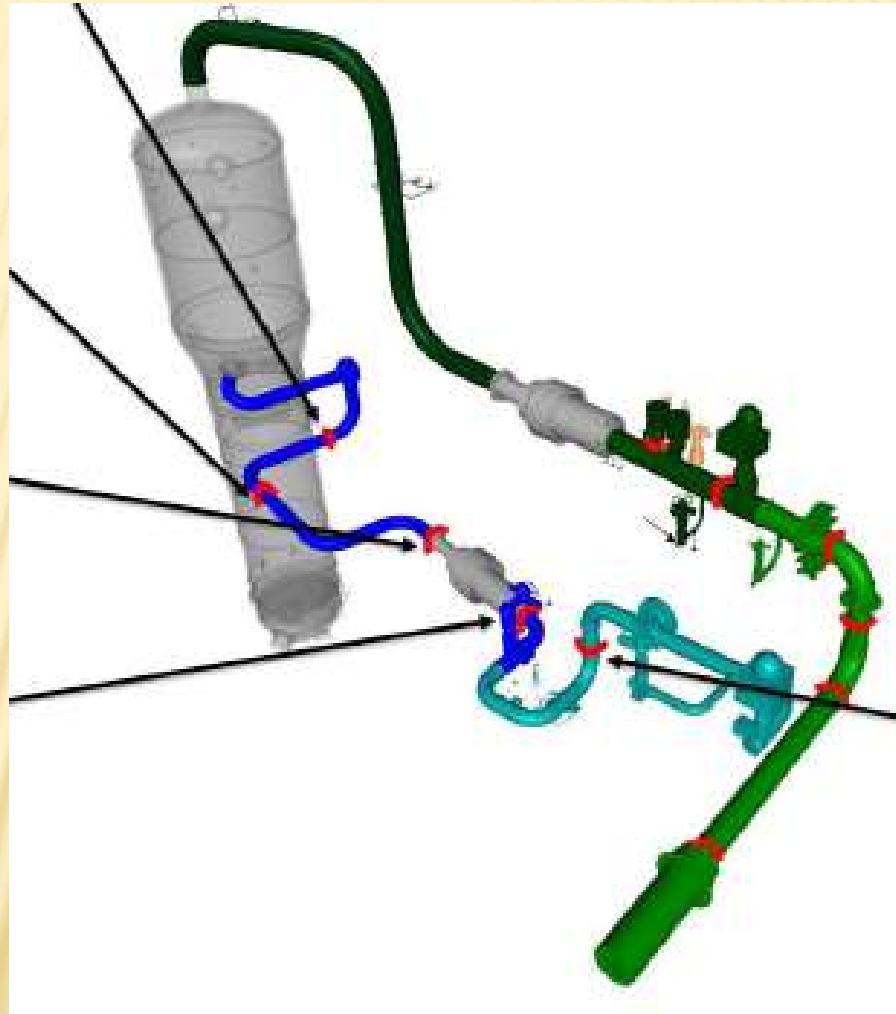
34 soudures sur 150 Non Conformes



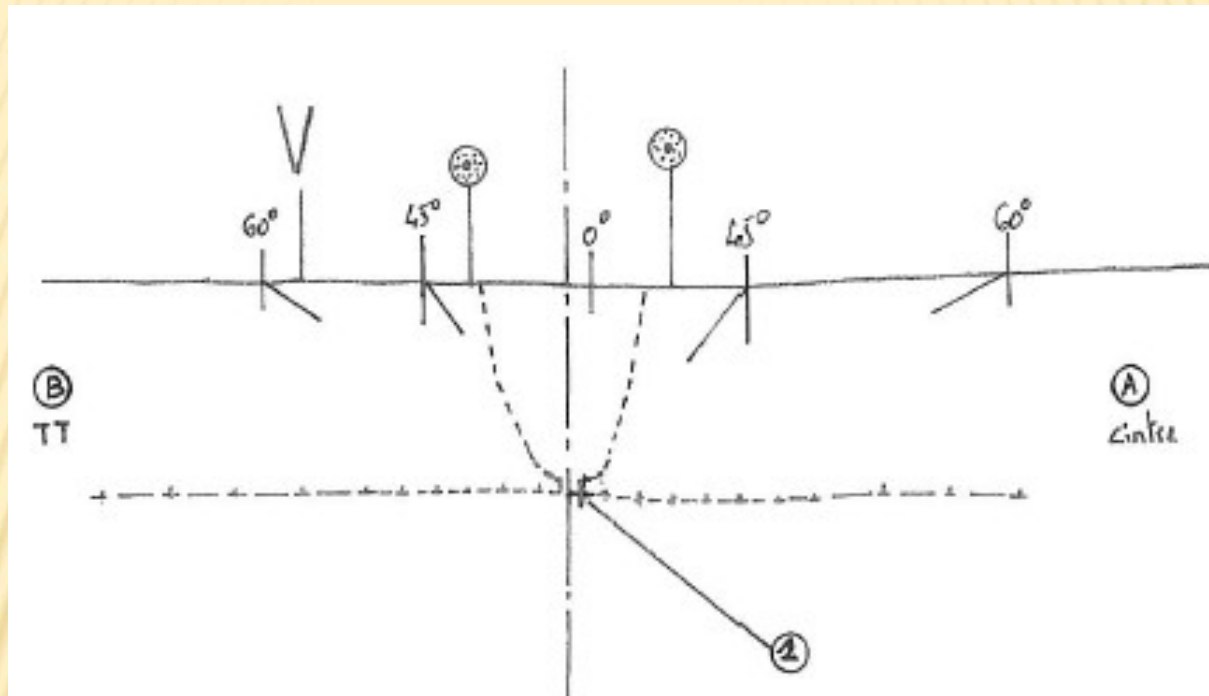


# GV – EAU VAPEUR

Soudure 305



# SOUDURE ARE 305



Indication non conforme en racine  
Manque de fusion sur 11 mm estimé  
par US avec -12db  
Sachant que la longueur de cordon  
déposé est de 300 mètres !



# FOUILLE SOUDURE 305



La fouille débouchante fait  
450mm de long pour un  
défaut de 11mm en racine !

# TUYAUTERIE VAPEUR



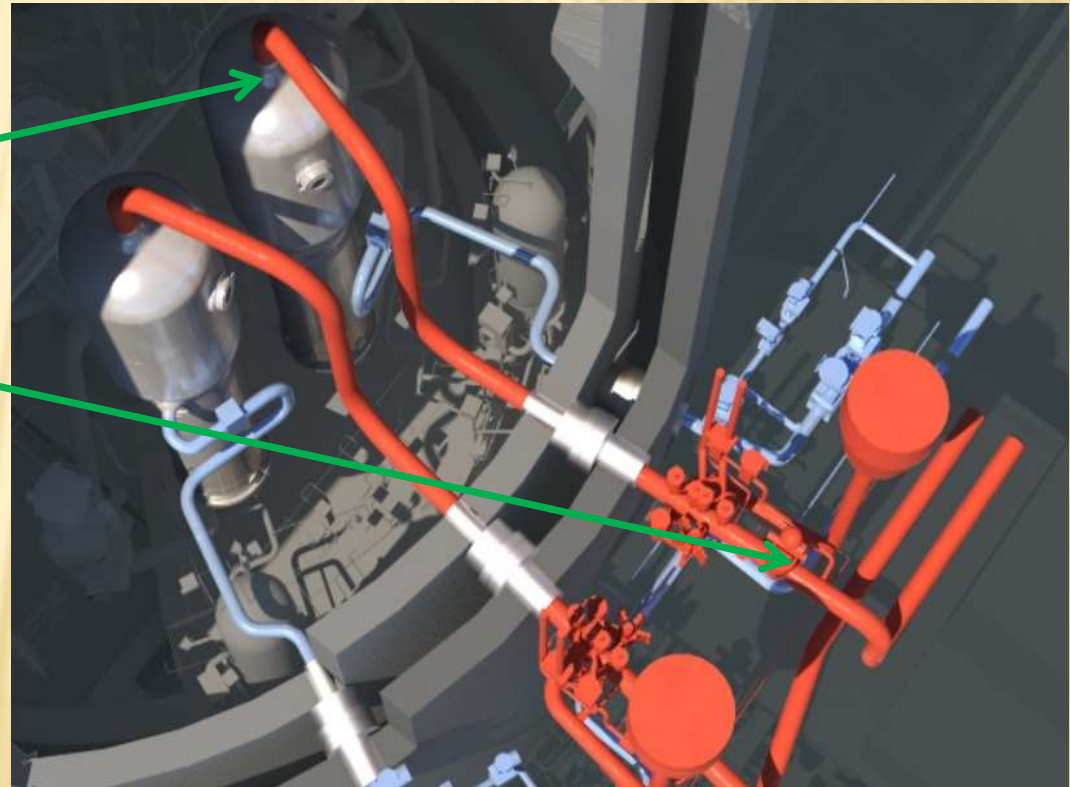
Usinage du  
chanfrein  
pour reprise  
entière de la  
soudure



# LES TRAVERSÉES VAPEUR

Le cœur d'un REP ne peut supporter l'excursion nucléaire possible suite à la vidange des GV consécutive à une rupture de tuy vapeur. D'où la notion de « tronçon protégé » avec dispositif anti-fouettement et absence de soudures longitudinales.

Sur l'EPR afin d'éviter ces volumineux dispositifs, il y a la notion EDR « Exclusion de Rupture » depuis la sortie GV jusqu'à la vanne d'arrêt vapeur. Haute qualité Q1 et résilience de 100J à 20°C garantie. On a découvert en 2017 que cette imposition n'avait pas été transmise au tuyauteur Nordon ! Les 8 soudures sous flux solide des flasques sont concernées.



# TRAVERSÉE VAPEUR EN ATELIER

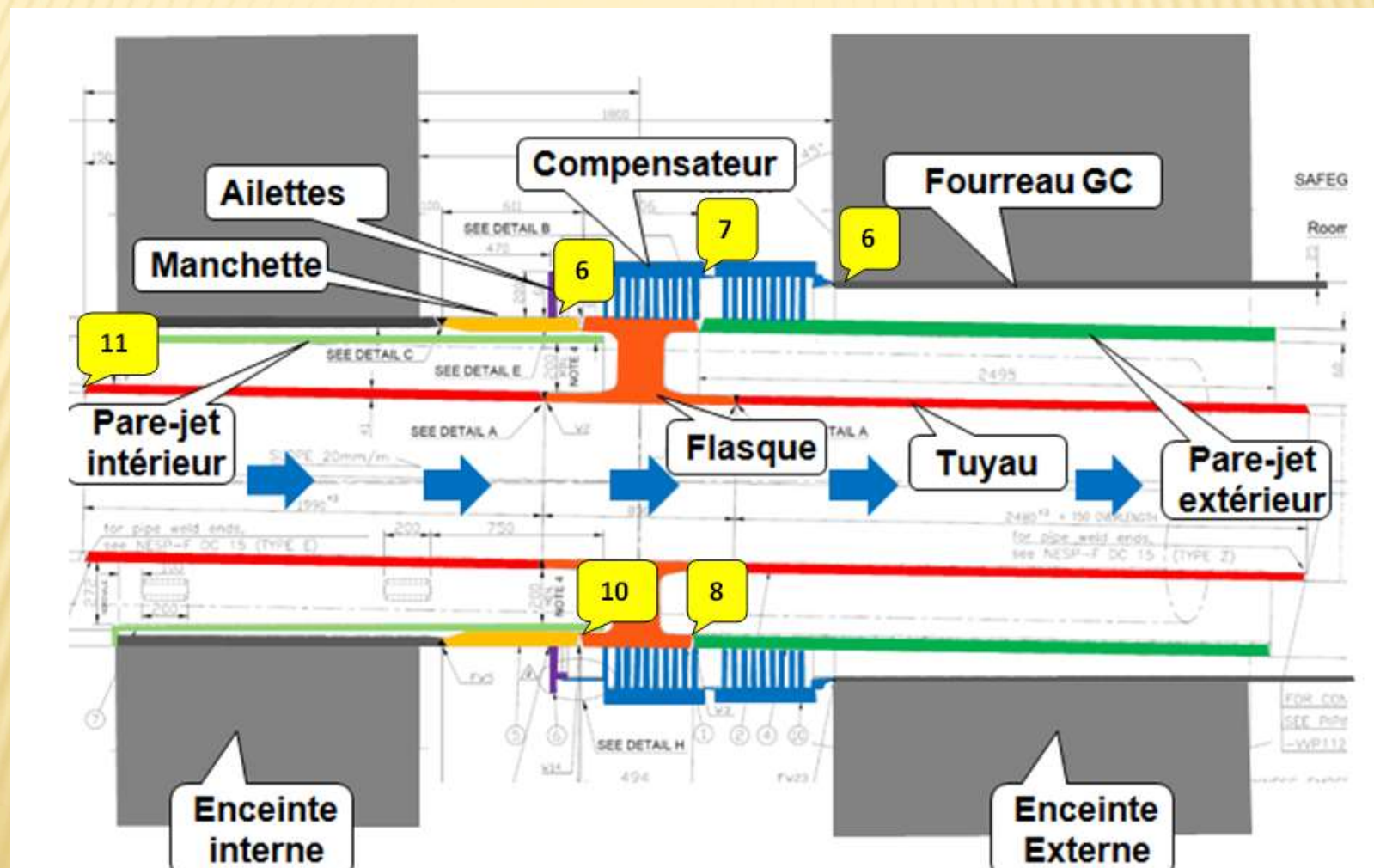
- L'ensemble pèse 12 tonnes !





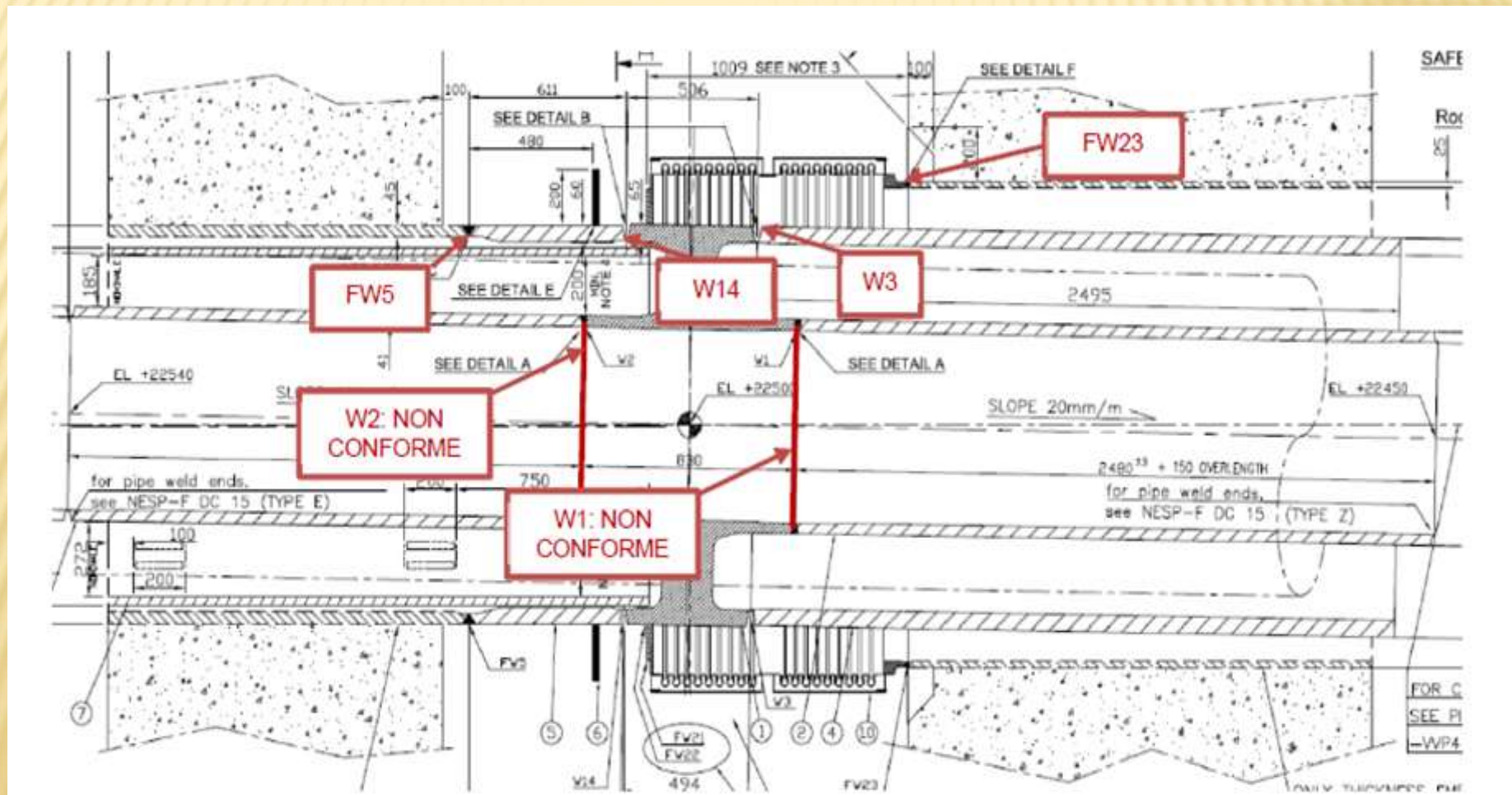
# TRAVERSÉE VAPEUR

- Vue en coupe détaillée



# SOUDURES À REPRENDRE

- Il s'agit des W1 & W2 inaccessibles !







**MERCI DE VOTRE ATTENTION**