

## **Ecarts dans le processus de fabrication de composants impactant le réacteur n°2 de la centrale nucléaire du Bugey (BGY2)**





## Audit interne d'AREVA sur ses fabrications (1/2)

- Détection d'une anomalie sur la cuve de l'EPR de Flamanville : A l'incitation de l'ASN, AREVA a engagé en avril 2015 une revue de la qualité de la fabrication dans son usine de Creusot Forge.
  - ✓ Premières conclusions (oct. 2015) : revue limitée aux années 2010 - 2015 jugée insuffisante par l'ASN
  - ✓ L'ASN a demandé fin 2015 à AREVA de la compléter en remontant au moins jusqu'en 2004, date des premières fabrications destinées à l'EPR
- Le 25 avril 2016, AREVA a informé l'ASN des premiers résultats de cette analyse complémentaire.

## Audit interne d'AREVA sur ses fabrications (2/2)

- Irrégularités dans le contrôle de fabrication d'environ 400 pièces produites depuis 1965:
  - ✓ Une cinquantaine seraient en service sur le parc électronucléaire français.
  - ✓ Ces irrégularités consistent en des incohérences, des modifications ou des omissions dans les dossiers de fabrication portant sur des paramètres de fabrication ou des résultats d'essais.
  - ✓ Ces irrégularités étaient tracées dans des dossiers archivés par Creusot Forge mais non diffusés ni au client ni à l'autorité de sûreté. L'analyse de l'irrégularité était réalisée uniquement par Creusot Forge
  - ✓ Pratique inacceptable
- Caractérisation par AREVA engagée en donnant la priorité au parc EDF en exploitation: 64 dossiers internes qui ont conduits à 78 constats sur 1972/2008.

- 3 mai 2016 : L'ASN demande à AREVA la liste des composants concernés et l'analyse des conséquences sur la sûreté de l'installation
- 18 mai 2016 : Transmission par EDF des analyses préliminaires effectuées sur les éléments connus
  - ✓ EDF conclut à l'absence d'impact sur l'intégrité des équipements concernés
- 27 mai 2016 : L'ASN demande à EDF de caractériser ces écarts en fonction des enjeux de sûreté et de transmettre les analyses préliminaires des écarts qui n'ont pas encore été fournies à l'ASN

- EDF a examiné les écarts déclarés par AREVA qui affectent les réacteurs en fonctionnement.
- EDF a classé ces écarts en 5 catégories :
  - ✓ Cat 0 : pas d'écart aux pratiques internes du Creusot ni à aucune exigence externe (contractuelle ou réglementaire) 
  - ✓ Cat. 1 : Ecart aux pratiques internes du Creusot mais pas d'écart aux exigences contractuelle d'EDF ou réglementaire   

  - ✓ Cat. 2 : Ecart à une exigence contractuelle d'EDF sans écart réglementaire 
  - ✓ Cat. 3 : Ecart au code de fabrication (RCC-M) 
  - ✓ Cat. 4 : Ecart réglementaire.   


## Cas de BGY2

- Le réacteur n°2 de la centrale nucléaire du Bugey (BGY2) est concerné par 3 écarts du dossier d'AREVA:
  - ✓ Ecart n° 88
  - ✓ Ecart n° 296
  - ✓ Ecart n° 403



## Ecart n°88

- Classé en catégorie 2 par EDF
  - ✓ Ecart par rapport à une exigence du client
  - ✓ Concerne les conditions de désovalisation de la virole de tubulures d'un générateur de vapeur après traitement thermique mais avant prélèvement de coupons de tests.

### Partie Secondaire

**Dôme elliptique - DE**

**Virole Supérieure - VS**

**Virole de Tubulure - VT**

**Virole Conique - VC**

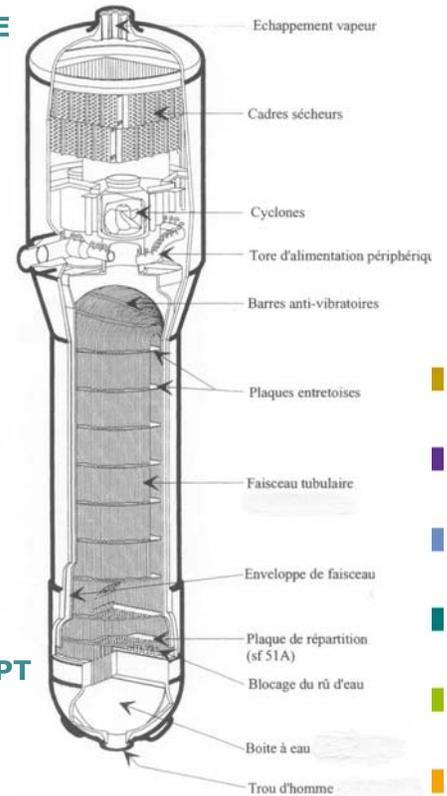
**Virole Médiane - VM**

**Virole Basse - VB**

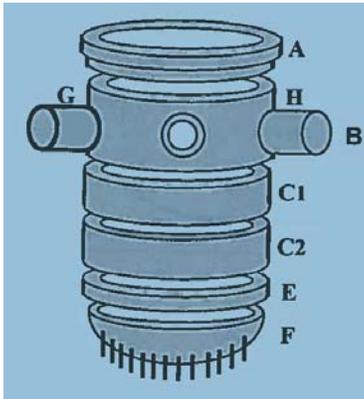
**Partie Primaire**

**Plaque Tubulaire - PT**

**Fond Primaire - FP**



- Classé en catégorie 0 par EDF
  - ✓ pas de conséquence en réalité
  - ✓ désovalisation de la virole de cuve C1 après traitement thermique mais avant prélèvement de coupons de tests.





## Analyse par l'ASN des écarts n° 88 et 296

- Ces opérations de désovalisation ont été effectuées après l'opération de traitement thermique de qualité (inversion de l'ordre des opérations)
- Ces opérations ont été faites à la température prévue et avant la prise de éprouvettes de test
- Les essais mécaniques sont conformes
- **Pas de demande complémentaire sur ces dossiers de l'ASN au 01/06/16 suite aux éléments et justifications transmis par EDF.**

- Classé en catégorie 3 par EDF
  - ✓ Écart sur quelques résultats d'essais permettant la caractérisation du matériau dont les valeurs individuelles ne sont pas conformes à un critère du code de fabrication
  - ✓ Concerne la virole médiane d'un générateur de vapeur
  - ✓ Dossier techniquement plus compliqué

## Partie Secondaire

**Dôme elliptique - DE**

**Virole Supérieure - VS**

**Virole de Tubulure - VT**

**Virole Conique - VC**

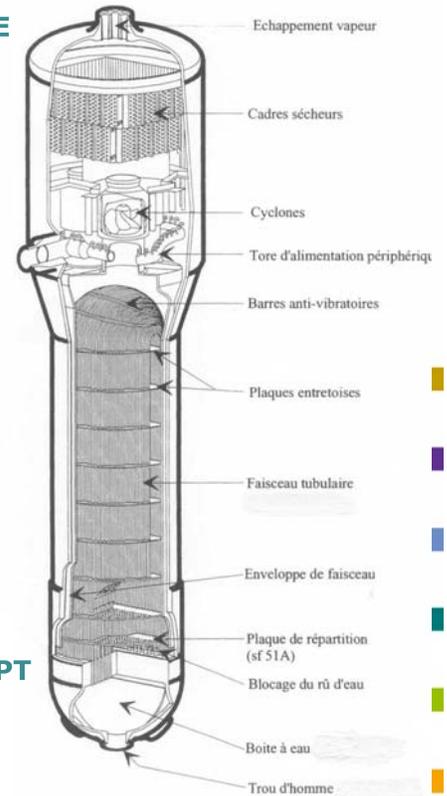
**Virole Médiane - VM**

**Virole Basse - VB**

## Partie Primaire

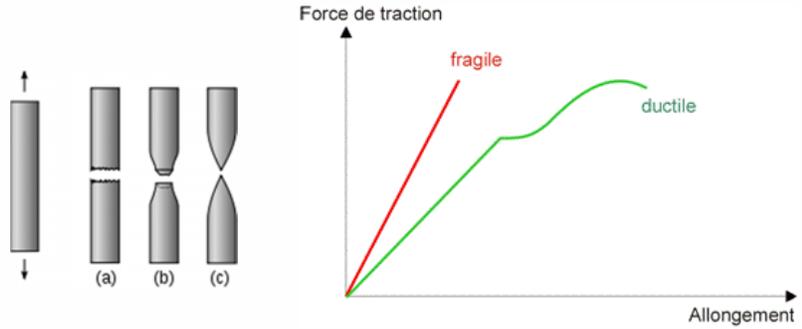
**Plaque Tubulaire - PT**

**Fond Primaire - FP**



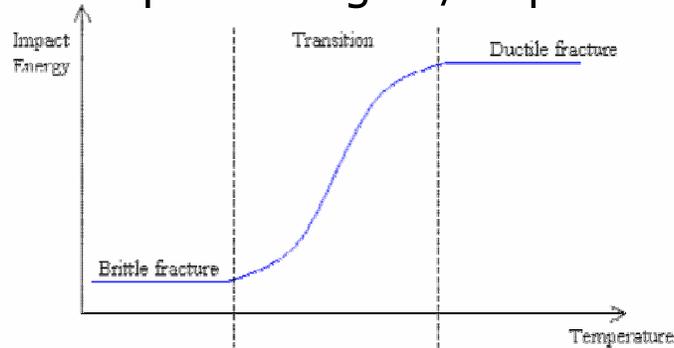
# Éléments de métallurgie : la température de transition fragile-ductile (1/2)

- Fragilité / ductilité :

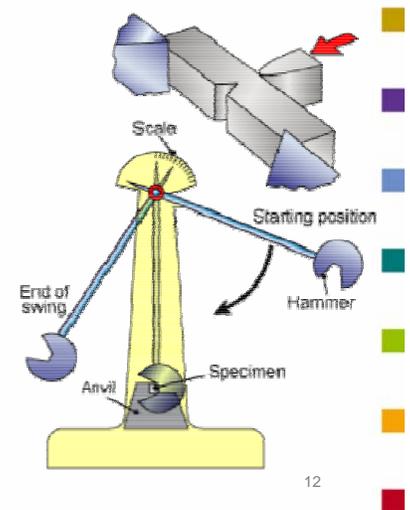


## Éléments de métallurgie : la température de transition fragile-ductile (2/2)

- Transition rupture fragile / rupture ductile :



- Mesure de cette température :  
mesure de l'énergie absorbée  
à la rupture d'une éprouvette.



## Application aux aciers

- Cette transition fragile-ductile s'explique par la mobilité des dislocations (défauts linéaires) :
  - ✓ le mouvement des dislocations est thermiquement activé (la dislocation bouge par saut d'atomes, donc dépend de l'agitation thermique des atomes).
  - ✓ Lorsqu'une dislocation est épinglée à un défaut ponctuel (atome étranger, lacune), elle se libère plus facilement lorsque la température s'élève.
- Dans les métaux, on cherche à abaisser cette température afin que les matériaux restent fonctionnels à des températures plus basses.
  - ✓ Purification du métal et diminution de la teneur en carbone + désulfuration
  - ✓ Un « bon » aciers: RTNDT comprise entre 0 °C et –100 °C.



## **Analyse par l'ASN des écarts dossier n°403 (1/2)**

- Ecart sur des valeurs individuelles de résilience à -20°C du matériaux par rapport aux critères définis dans le code de construction (valeur moyenne conforme)
- Le dossier transmis à l'ASN n'intégrait pas ces valeurs en écart
- Demandes complémentaires de l'ASN suite aux éléments transmis





## Analyse par l'ASN des écarts dossier n°403 (2/2)

- Analyse des éléments et compléments transmis suite aux demandes ASN permet de confirmer la conformité des hypothèses pour l'analyse de rupture brutale du composant
  - ✓ Les valeurs individuelles et moyennes attendues à 0°C très supérieures au critère (de 68J)
  - ✓ RTNDT calculée à -17°C (critère doit être inférieure à -12°C)
- **Pas de demande complémentaire de l'ASN au 03/06/16 suite aux éléments et justifications transmis.**



- Irrégularités
  - ✓ L'ASN attend l'analyse complète de toutes les irrégularités détectées
  - ✓ L'instruction des éléments préliminaires dont elle dispose est en cours. A ce stade, l'ASN n'a pas été amenée à arrêter un réacteur
  - ✓ L'ASN communiquera globalement quand elle disposera de tous les éléments
- Poursuite des investigations et retour d'expérience
  - ✓ L'ASN a demandé à AREVA de poursuivre la revue générale chez Creusot Forge. Cette revue sera étendue aux autres usines d'AREVA
  - ✓ L'ASN mène depuis le début d'année des actions d'inspection renforcées chez Creusot Forge

