



# Le contrôle des équipements sous pression des réacteurs nucléaires

15 février 2010  
S. LIMOUSIN

# Plan

- Les équipements sous pression nucléaires : des éléments fondamentaux pour la sûreté
- Le contrôle de la fabrication : exemple de l'EPR Flamanville 3
- Le contrôle des équipements en service : illustration avec les anomalies des générateurs de vapeur
- Le contrôle des équipements en service : la poursuite d'exploitation des centrales nucléaires

# Plan

- Les équipements sous pression nucléaires : des éléments fondamentaux pour la sûreté
- Le contrôle de la fabrication : exemple de l'EPR Flamanville 3
- Le contrôle des équipements en service : illustration avec les anomalies des générateurs de vapeur
- Le contrôle des équipements en service : la poursuite d'exploitation des centrales nucléaires



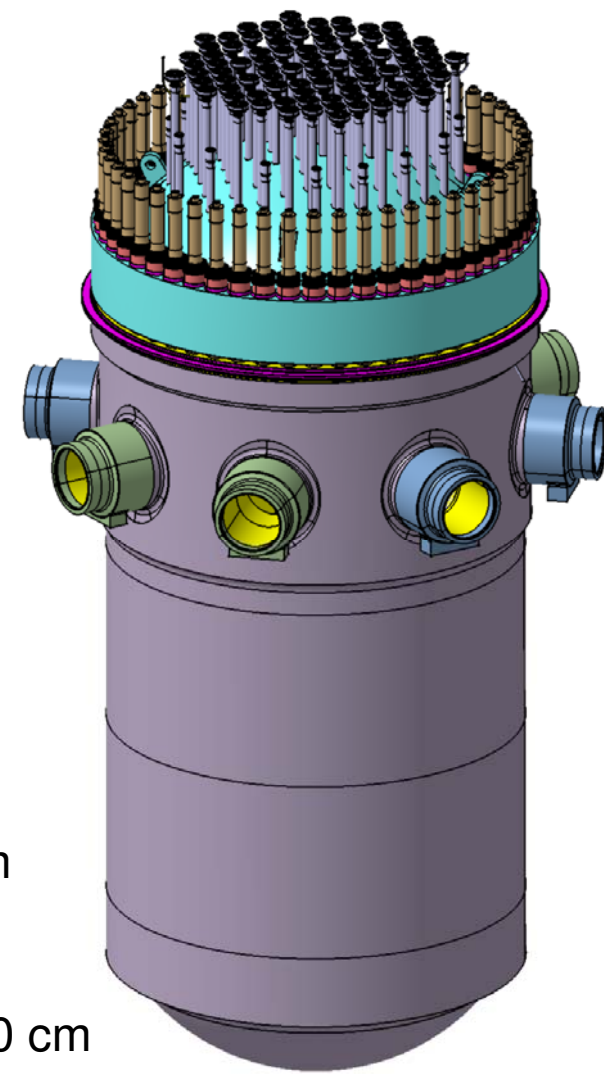
# Les équipements sous pression nucléaires

- Il s'agit des équipements mécaniques (tuyauteries, récipients) qui contiennent un fluide radioactif, par exemple le fluide primaire.
- **Les équipements sous pression nucléaires jouent un rôle clé dans la sûreté des installations.** Ils contiennent en particulier l'eau assurant le refroidissement du cœur.
- De nombreux scénarios d'accident étudiés dans les études de sûreté ont pour origine la défaillance d'un équipement sous pression nucléaire.
- L'ASN contrôle les équipements à tous les stades de leur vie :
  - Lors de leur conception et leur fabrication
  - Lorsqu'ils sont en service

# Les équipements sous pression nucléaires : la cuve

## La cuve

- équipement non remplaçable
- sa défaillance n'est pas prise en compte dans les études de sûreté
- Elle est soumise à l'irradiation

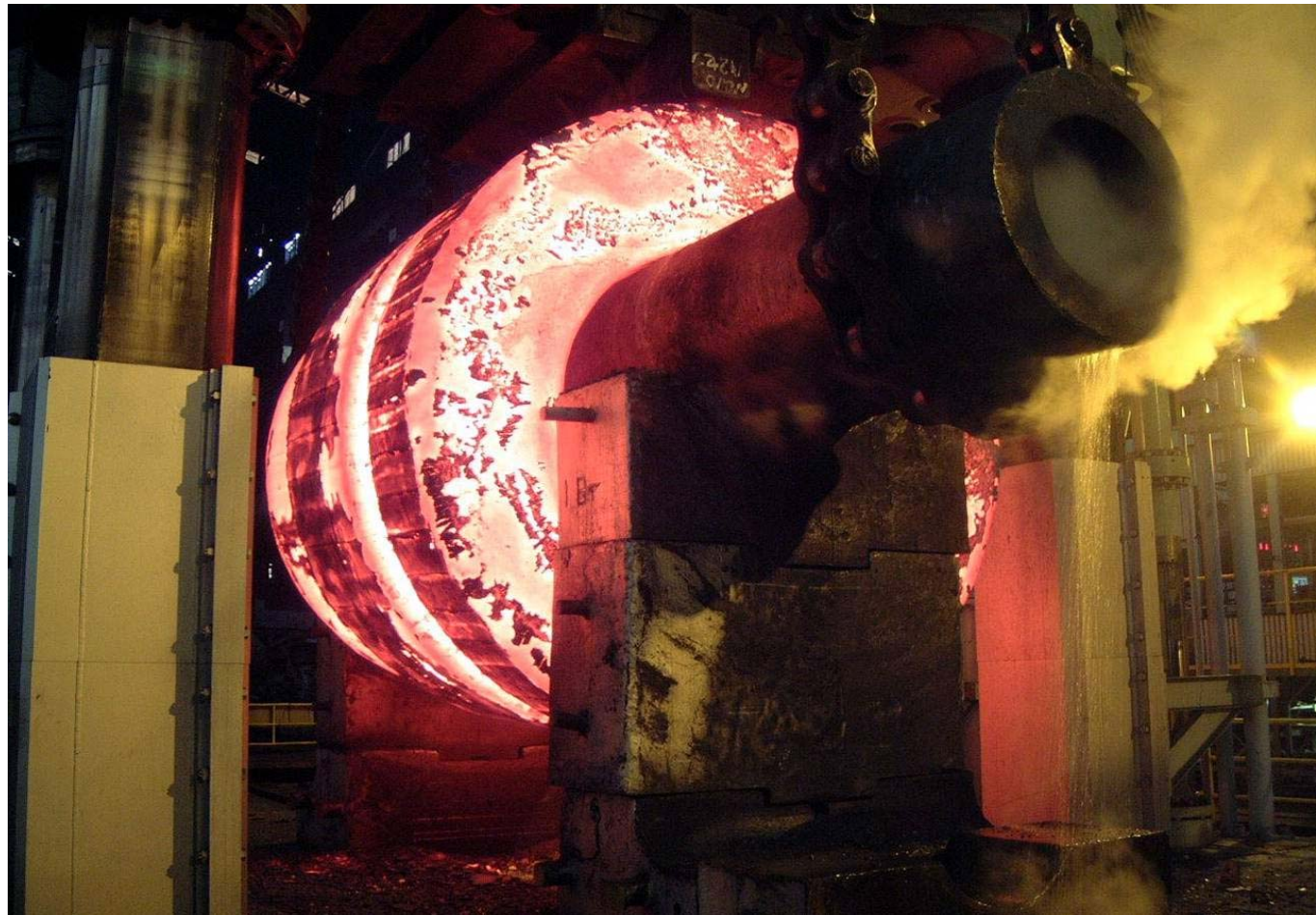
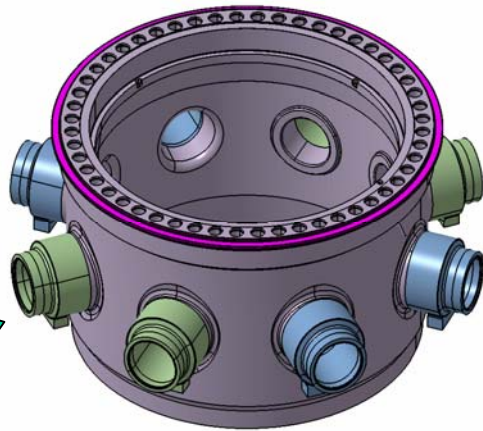
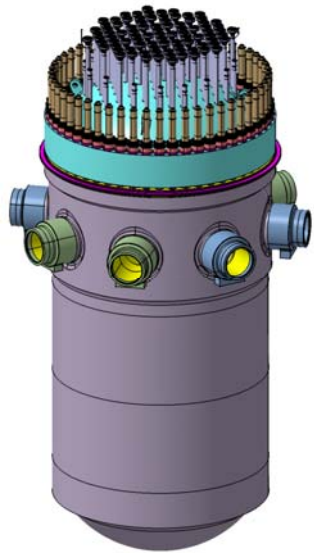


Hauteur : 13m  
 Largeur : 4m  
 Poids : 330t  
 Epaisseur : 20 cm

=> La cuve est un équipement  
 particulièrement contrôlé



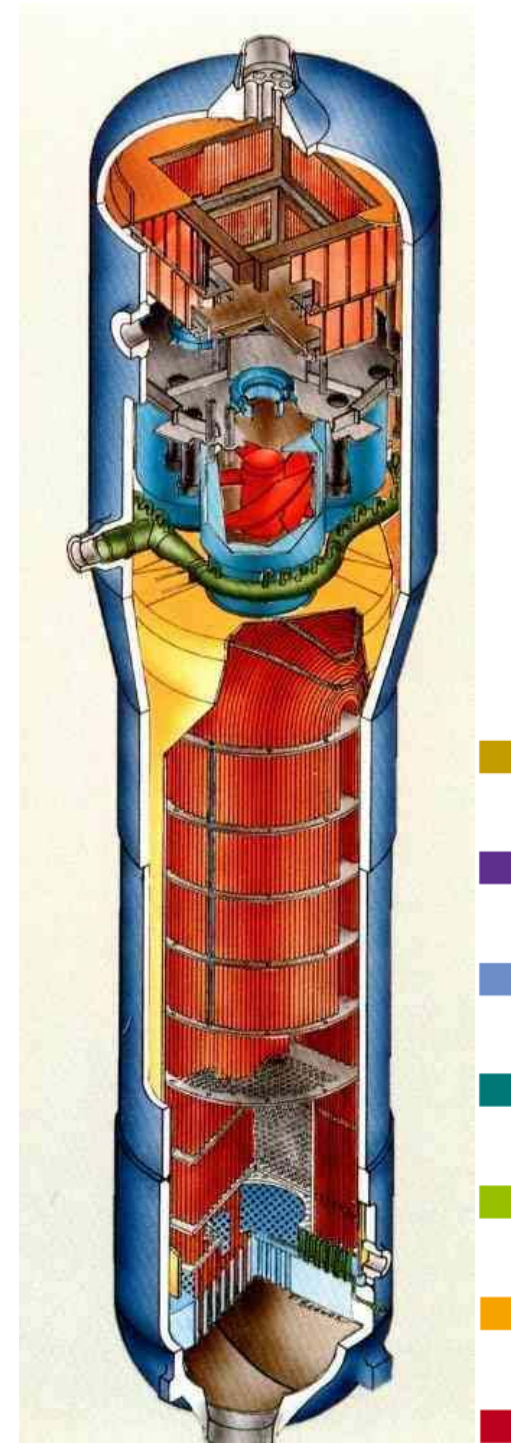




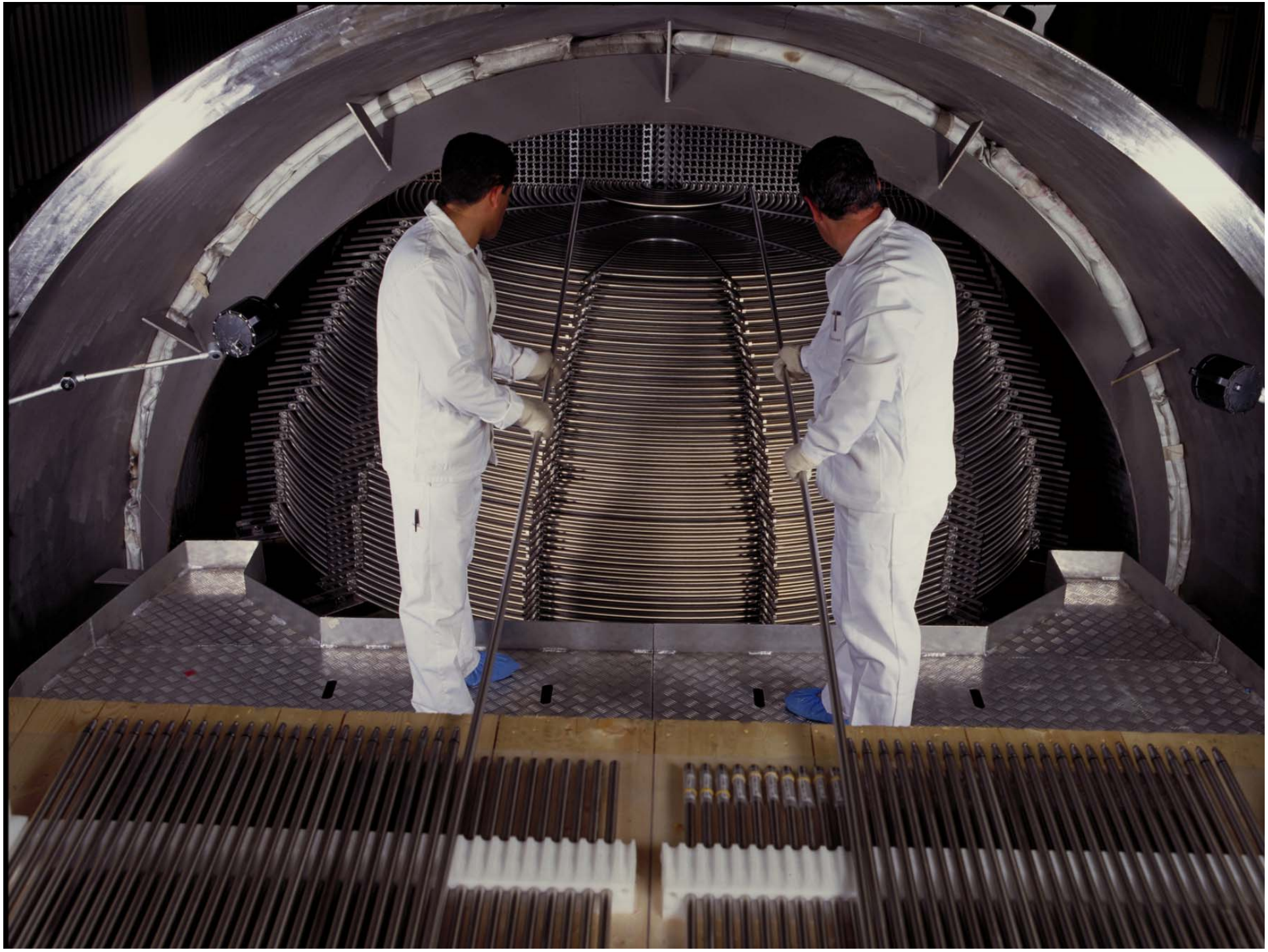


# Les équipements sous pression nucléaires : les générateurs de vapeur

- Les générateurs de vapeur sont des échangeurs de chaleur qui utilisent l'énergie du circuit primaire pour transformer l'eau du circuit secondaire en vapeur qui alimentera la turbine.
- Hauteur : 22 mètres. Poids : 440 tonnes.
- Leur surface d'échange est constituée d'un faisceau tubulaire, composé de plusieurs milliers de tubes.
- L'ASN considère que toutes les mesures doivent être prises pour éviter la rupture d'un tube de générateur de vapeur. Un tel accident pourrait conduire à des rejets radioactifs dans l'environnement.









# Plan

- Les équipements sous pression nucléaires : des éléments fondamentaux pour la sûreté
- Le contrôle de la fabrication : exemple de l'EPR Flamanville 3
- Le contrôle des équipements en service : illustration avec les anomalies des générateurs de vapeur
- Le contrôle des équipements en service : la poursuite d'exploitation des centrales nucléaires



# Le contrôle de la fabrication des équipements : l'action de l'ASN

- Contexte :
  - Le fabricant est le premier responsable de la qualité des équipements qu'il produit.
  - Le futur exploitant doit surveiller les fabrications
  - Les fabrications s'internationalisent de plus en plus
  - La chaîne de sous-traitance se complexifie
  
- **Dans ce contexte, l'ASN réalise un contrôle rigoureux et détaillé de la fabrication des équipements :**
  - L'ASN examine ou fait examiner par des organismes agréés les dossiers de conception
  - L'ASN réalise ou fait réaliser par des organismes agréés des inspections directement chez les fabricants et leurs sous-traitants
  - L'ASN s'assure que l'exploitant exerce une surveillance appropriée sur les fabricants
  - L'ASN nourrit dans ce domaine des échanges très fournis avec ses homologues étrangers



# Le contrôle de la fabrication : l'exemple de l'EPR Flamanville 3

- Contrôle de la fabrication des équipements de l'EPR par l'ASN :
    - En 2009 : 20 inspections par l'ASN, en France et à l'étranger, complétées par 1600 contrôles techniques détaillés par les organismes agréés au nom de l'ASN.
- Appréciation de l'ASN :
    - Les équipements de l'EPR ont bénéficié d'améliorations importantes pour la sûreté, par rapport au parc en exploitation
    - L'ASN considère que le risque de pertes de compétences chez certains sous traitants doit être maîtrisé par le fabricant
- Exemple :
    - En juillet 2008, le non respect des normes par un sous-traitant italien d'Areva a montré que son système qualité était défaillant.
    - L'ASN a demandé à Areva de prouver la qualité des pièces fabriquées.
    - L'ASN a exigé la réalisation d'essais supplémentaires. En raison d'un manque de matière disponible pour ces essais, deux des trois pièces ont été rebutées par Areva.



# Plan

- Les équipements sous pression nucléaires : des éléments fondamentaux pour la sûreté
- Le contrôle de la fabrication : exemple de l'EPR Flamanville 3
- Le contrôle des équipements en service : illustration avec les anomalies des générateurs de vapeur
- Le contrôle des équipements en service : la poursuite d'exploitation des centrales nucléaires



# Le contrôle des équipements en service (réacteurs en exploitation)

- L'ASN examine les programmes de maintenance d'EDF
- L'ASN vérifie leur respect lors d'inspections en services centraux ou sur sites.
- L'ASN s'assure qu'EDF possède en permanence une connaissance suffisante de l'état de ses équipements.
- L'ASN surveille les opérations de réparation effectuées sur les équipements.
- L'ASN supervise tous les dix ans une épreuve hydraulique du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux.
- En cas de découverte d'anomalies, l'ASN exige qu'EDF prenne les mesures appropriées et vérifie qu'elles sont bien mises en oeuvre.



# La surveillance des équipements en service : les anomalies des générateurs de vapeur

- Une exploitation par EDF globalement satisfaisante
  - Mais plusieurs anomalies importantes ont été détectées sur les générateurs de vapeur des centrales d'EDF au cours des dernières années.
- Position de l'ASN :
    - L'ASN a exigé des contrôles et des opérations de maintenance parfois très importantes
    - L'ASN considère que l'ensemble de ces mesures ont permis de maintenir le niveau de sûreté des installations
    - L'ampleur des anomalies a conduit l'ASN à demander à EDF une revue complète de la surveillance et de la conception des générateurs de vapeur.





# La surveillance des équipements en service : les anomalies des générateurs de vapeur

- Les anomalies détectées sur les générateurs de vapeur au cours des dernières années :
  - “Colmatage” d’orifices destinés au passage de l’eau (a provoqué trois fuites entre 2004 et 2006)
  - Anomalies de supportage des tubes (a entraîné une fuite à Fessenheim en février 2008).
  - Fissures de corrosion (des expertises sont en cours sur le réacteur n°3 de Bugey , à l’arrêt depuis avril 2009).
  
- Les opérations de maintenance de grande ampleur exigées par l’ASN :
  - Bouchage des tubes
  - Nettoyage chimique
  - Remplacement des générateurs de vapeur
  
- La mise en oeuvre de ces opérations de maintenance a connu des aléas

# Plan

- Les équipements sous pression nucléaires : des éléments fondamentaux pour la sûreté
- Le contrôle de la fabrication : exemple de l'EPR Flamanville 3
- Le contrôle des équipements en service : illustration avec les anomalies des générateurs de vapeur
- Le contrôle des équipements en service : la poursuite d'exploitation des centrales nucléaires



# Le contrôle des équipements en service : la poursuite d'exploitation des centrales nucléaires

- En France, il n'existe pas de limite à la durée d'exploitation d'une centrale nucléaire. Néanmoins, tous les dix ans, l'exploitant doit examiner la sûreté de son installation et proposer des actions pour l'améliorer
  - S'agissant des équipements sous pression nucléaires, l'ASN s'assure que les hypothèses faites à la conception restent valables, que les programmes de contrôles et de maintenance sont appropriés et que les mécanismes de dégradation sont maîtrisés.
  - La cuve du réacteur est un élément particulier : non remplaçable, elle est de plus soumise à des mécanismes de dégradation spécifiques.
- Dans le cadre de la poursuite d'exploitation des réacteurs de 900 MWe jusqu'à 40 ans, l'ASN examinera la situation de chacune des cuves.



# Conclusion

- Les équipements sous pression nucléaires jouent un rôle fondamental dans la sûreté d'une installation.
- Contrôle de la fabrication des équipements de l'EPR :
  - Une amélioration de la qualité des équipements par rapport aux générations précédentes
  - L'ASN considère que le risque de pertes de compétences chez certains sous-traitants doit être mieux maîtrisé par le fabricant
- Contrôle des équipements dans les centrales en exploitation :
  - Une exploitation par EDF globalement satisfaisante mais de nombreuses anomalies sur les générateurs de vapeur
  - Pour maintenir le niveau de sûreté des installations, l'ASN a exigé des opérations de maintenance de grande ampleur.
  - L'ASN a demandé à EDF d'en tirer toutes les conséquences et de réaliser une revue de la conception et de la surveillance des générateurs de vapeur.