

Générateurs de vapeur : le phénomène de « fatigue vibratoire »

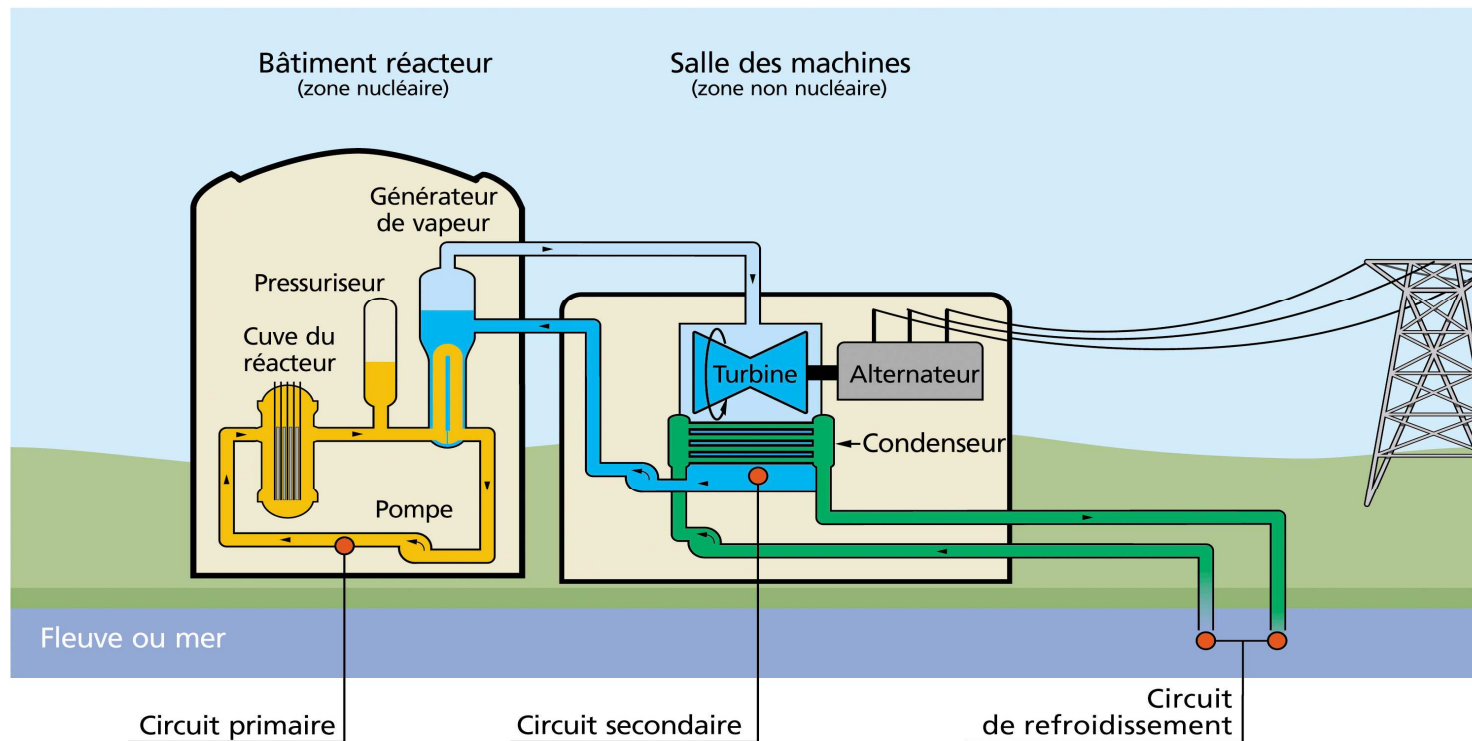


**CLI technique du
6 novembre 2008
CNPE de Gravelines**

Laurent Granal
EDF Division Production Nucléaire



Rappel sur le fonctionnement des générateurs de vapeur

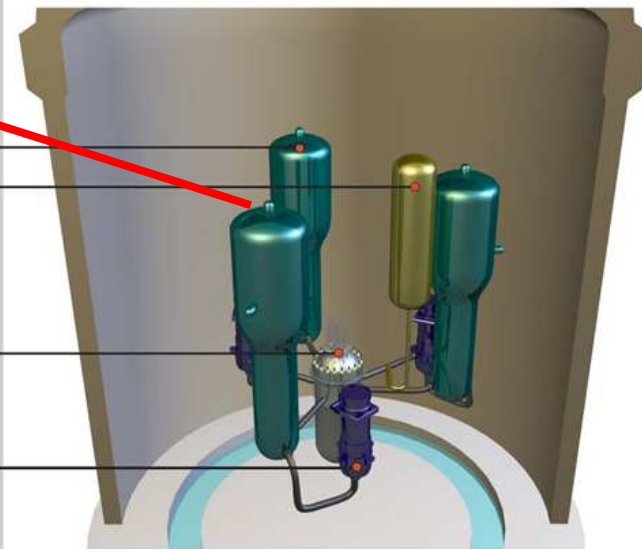


Échangeur thermique entre l'eau du circuit primaire et l'eau du circuit secondaire. L'eau du circuit secondaire se transforme ensuite en vapeur, qui elle-même entraîne la turbine couplée à l'alternateur produisant de l'électricité. Sur un réacteur de 900 MW : 3 générateurs de vapeur (GV)



BÂTIMENT RÉACTEUR 900 MW 3 générateurs de vapeur

Générateur de vapeur
Pressuriseur
Cuve
Groupe Moto-Pompe
Primaire (GMPP)



FONCTIONNEMENT ET SÛRETÉ NUCLÉAIRE Mise à jour : 28-12-2007 GV1-Bat3GV

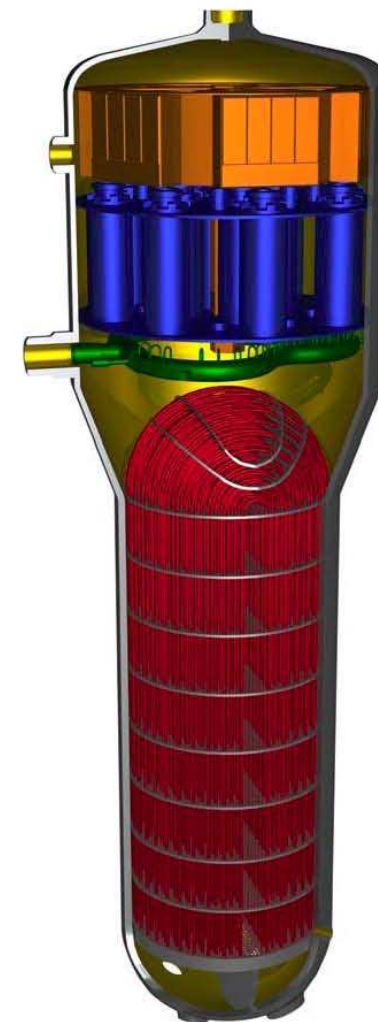


GÉNÉRATEUR DE VAPEUR 900 MW

Dimensions

Hauteur totale	21	m
Diamètre extérieur		
• partie supérieure	4,462	m
• partie inférieure	3,456	m
Diamètre intérieur		
• tuyauterie primaire	80	cm
• trou d'homme	45	cm
Diamètre extérieur des tubes de faisceau	22,22	mm
Épaisseur des tubes de faisceau	1,27	mm
Longueur totale du faisceau	96	km
Hauteur de la boîte à eau	1,64	m
Épaisseur de la plaque tubulaire	53,4	cm
Nombre moyen de tubes	3 360	tubes

EDF©2.007





Ce qui s'est passé à Fessenheim

- ◎ 18 février 2008 : Fessenheim – unité de production n°2
 - Détection d'une légère fuite d'eau (7 litres/ heure) au niveau d'un tube sur la partie haute du générateur de vapeur,
 - Particularité de ce tube : il n'est pas totalement soutenu par une barre dite « anti-vibratoire » (schéma page 8),
 - Avec le temps, les vibrations l'ont fragilisé jusqu'à le fissurer légèrement - > phénomène de « fatigue vibratoire ».

- ◎ Déclaration de cet événement significatif à l'Autorité de Sûreté Nucléaire au niveau 0 de l'échelle INES.
Information des pouvoirs publics et des médias locaux via la lettre hebdomadaire du CNPE de Fessenheim.



La « fatigue vibratoire » des GV : phénomène connu

◉ Depuis le démarrage du parc nucléaire, EDF réalise un contrôle régulier des générateurs de vapeur de tous les réacteurs.

En 1994, suite à des anomalies de supportages des GV observées aux USA et au Japon, EDF a étudié et contrôlé cet aspect sur l'ensemble de ses unités de production.

- ◉ un défaut de montage a été détecté dans la partie haute des GV
 - certains tubes situés dans la partie haute du générateur de vapeur ne sont pas totalement soutenus par une barre dite « anti-vibratoire », (schéma page 8)
 - des calculs permettent d'identifier des tubes potentiellement sensibles.

Ces contrôles et calculs mettent en lumière le phénomène de « fatigue vibratoire ». Des opérations de « bouchage » sont réalisées sur tous les tubes sensibles.

Le bouchage des tubes : en quoi cela consiste ?

Le bouchage consiste, selon une technique éprouvée et réalisée par les constructeurs (Areva et Westinghouse), à mettre des bouchons aux deux extrémités des tubes.

Cette intervention permet de supprimer la circulation de l'eau dans le tube et, donc, d'éviter ainsi toute fuite d'eau à partir du tube concerné.

Pour réaliser le bouchage, un outillage automatisé est utilisé, il permet de limiter la dosimétrie durant les interventions et d'optimiser les opérations de bouchage.

Pour conserver une bonne performance du générateur de vapeur, le taux de tubes bouchés préventivement ne doit pas dépasser 20 % du total, soit 20 % des 3360 tubes.

La « fatigue vibratoire » des GV : des schémas

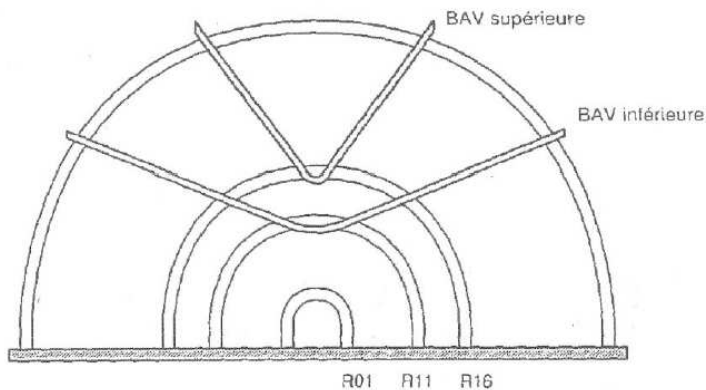
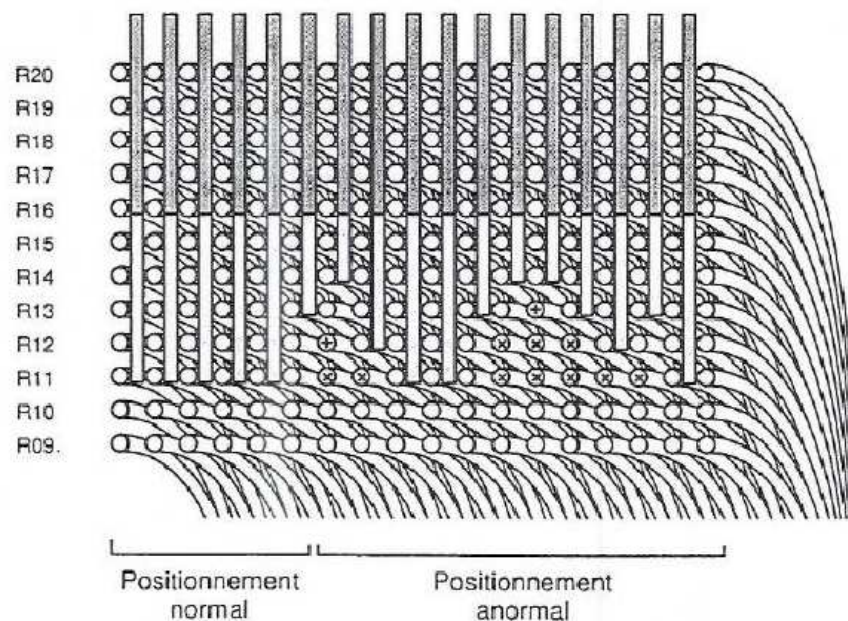


Schéma montrant les barres anti-vibratoires



GÉNÉRATEUR DE VAPEUR

Partie supérieure

Sortie vapeur

Sécheurs

Trou d'homme

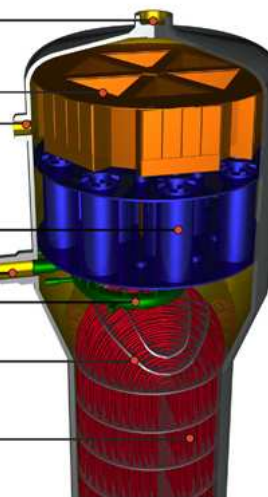
Cyclones

Alimentation en eau

Tubes appelés "J Tubes"

Barre anti-vibratoire

Faisceau tubulaire



FONCTIONNEMENT ET SÛRETÉ NUCLÉAIRE Mise à jour : 13-03-2008 GV7-ZoomHaut





La « fatigue vibratoire » des GV : actions 2008

A la suite de l'événement de Fessenheim de février 2008

- ⊙ Proposition technique de « boucher » préventivement les tubes non soutenus par des barres anti-vibratoires sur les GV du palier 900 MW dont Gravelines, (opérations de bouchage réalisées en arrêt de tranche),
- ⊙ En parallèle, mobilisation des équipes d'experts et ingénieurs d'EDF dont ceux de la recherche et développement, ainsi que des équipes des constructeurs (Areva et Westinghouse) pour réaliser les analyses et proposer des solutions techniques,
- ⊙ Relations régulières avec l'Autorité de Sûreté Nucléaire et l'IRSN pour suivre l'évolution des études et les propositions faites par EDF pour remédier au problème,
- ⊙ Dans l'attente de boucher les tubes lors d'un prochain arrêt de tranche, baisse de puissance sur les unités où les tubes sont déclarés sensibles par calcul pour limiter les vibrations et, donc supprimer le risque de fissuration.



La « fatigue vibratoire » des GV : actions 2008

- ⊙ Le point des opérations de bouchage à ce jour
 - Bouchage déjà réalisés sur 15 des 19 unités de production 900 MW concernées
 - opération en cours à Gravelines 6 et Bugey 2
 - en 2009 : opération de bouchage sur Gravelines 3 et Bugey 3
 - En attendant les arrêts de tranche, baisse de puissance sur Gravelines 3 et Bugey 3 pour limiter les vibrations.



Et les centrales de 1300 et 1450 MW ?

- ◎ Pour les réacteurs de 1300 MW, la reprise des calculs ne montre pas d'évolution significative des facteurs de risques liés à la fatigue vibratoire.
 - Ces réacteurs de 1300 MW présentent en effet une marge plus importante que les réacteurs de 900 MW.
- ◎ Pour les réacteurs de 1450 MW (2 réacteurs sur 4 concernés par des tubes non soutenus), les conditions de circulation de l'eau permettent de conserver les générateurs dans un état de propreté qui garantit leur bon fonctionnement, vis-à-vis du risque de fatigue vibratoire.



Et pour les unités de la centrale de Gravelines



A Gravelines, les unités de production 3, 5 et 6 sont concernées

Unité 3 : bouchage des tubes de la rangée 12 en mars 2008.

Demande complémentaire de boucher les tubes de la rangée 11 en juin 2008 → intervention programmée lors du prochain arrêt en mars 2009.

Unité 5 : bouchage des tubes des rangées 11 et 12 lors de l'arrêt en juillet 2008.

Unité 6 : bouchage des tubes des rangées 11 et 12 lors de l'arrêt en cours (septembre 2008).





Spécificités de l'unité de production n° 3

Afin de créer moins de vibrations sur les tubes (diminuer le risque de fatigue vibratoire), une baisse de production à 93 % a été mise en œuvre par le site le 30 juin 2008.

La baisse de puissance du réacteur a été confirmée par l'ASN début août 2008.

Renforcement de la surveillance pour vérifier l'absence d'activité dans le circuit secondaire.