

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

# 4<sup>ème</sup> réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe

*Maîtrise du vieillissement : les enjeux de l'expertise en cours*

30 novembre 2017  
Auteur : Olivier LOISEAU  
PSN-EXP/SES  
© IRSN

# Maîtrise du vieillissement : les enjeux de l'expertise en cours

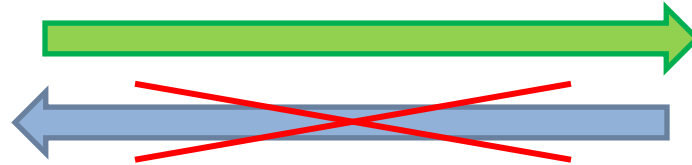
## ■ Rappels

- Que couvre la notion de vieillissement ?
- Que vise-t-on avec la « maîtrise du vieillissement » ?

## ■ Le processus de maîtrise du vieillissement

## ■ Les tendances de l'instruction en cours

# Rappels



## **vieillessement** **ageing**

*Processus général par lequel les caractéristiques d'une structure, d'un système ou d'un composant se modifient graduellement avec le temps ou à l'usage.*

## **dégradation due au vieillissement** **ageing degradation**

*Effets du *vieillessement* qui pourraient empêcher une structure, un système ou un composant de fonctionner conformément aux critères d'acceptation.*

## **gestion du vieillissement** **ageing management**

*Mesures d'ingénierie, d'exploitation et de maintenance visant à contenir la *dégradation due au vieillissement* des structures, systèmes et composants dans des limites acceptables.*

# Rappel : EDF - Projet d'extension de la durée de fonctionnement

## ■ Trois processus opérationnels

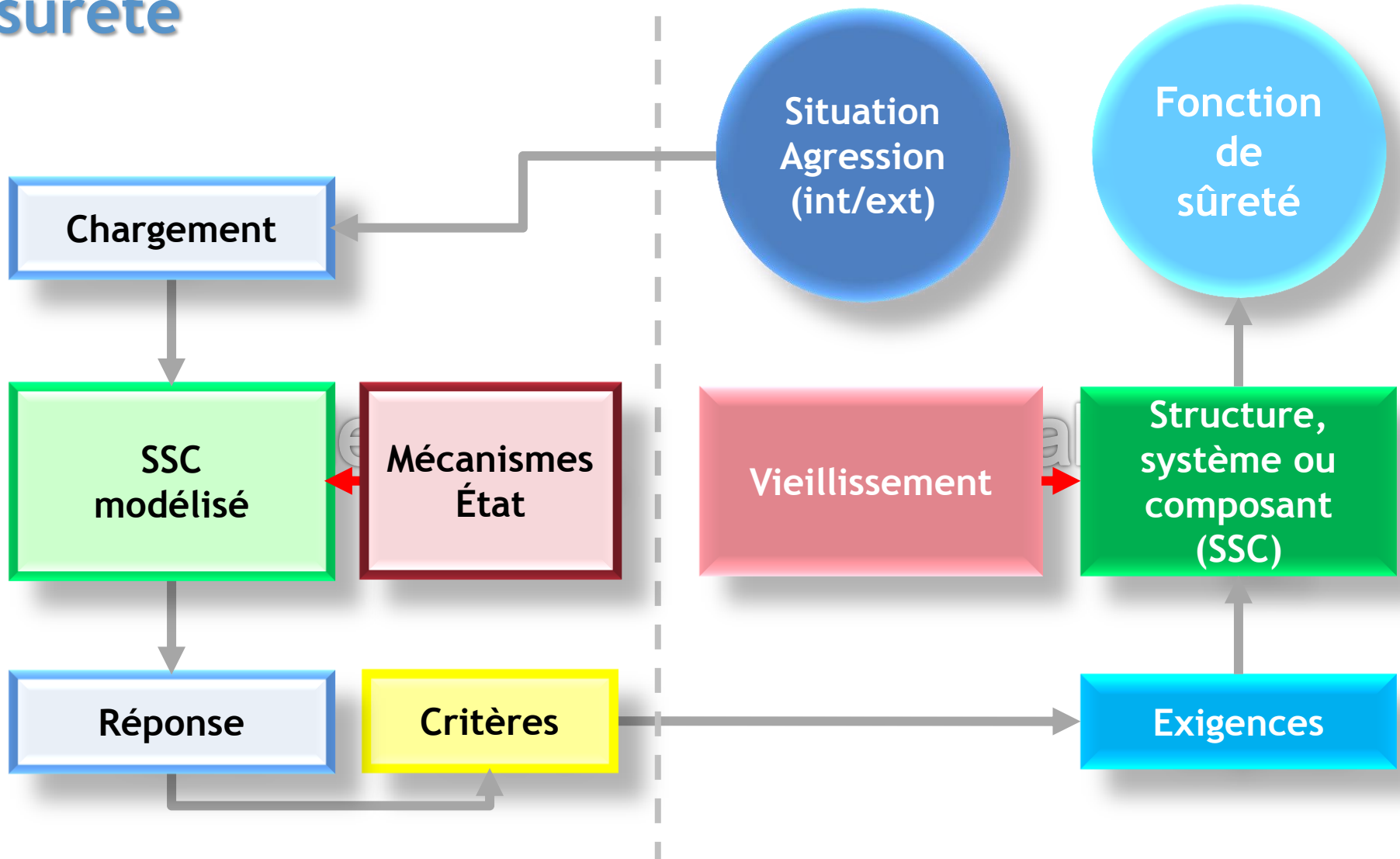
1. Maîtrise du vieillissement
2. Inspection en service et maintenance
3. Traitement de l'obsolescence

## ■ Maintien de la qualification : qualification progressive

## ■ Cas particulier des ESPN (notamment CPP/CSP)

- Programme spécifique de mise à jour des Dossiers de référence réglementaires

# Rappels : lien avec la sûreté



# Maîtrise du vieillissement : les enjeux de l'expertise en cours

## Rappels

- Que couvre la notion de vieillissement ?
- Que vise-t-on avec la « maîtrise du vieillissement » ?

## Le processus de maîtrise du vieillissement

## Les tendances de l'instruction en cours

# Le processus de maîtrise du vieillissement



Fiche d'analyse du vieillissement (FAV)

Mécanisme :  
Averé/Potentiel ?

Maintenance :  
Adaptée/Adaptable ?

Remplacement/Réparation :  
Difficile ?

Statut : 0, 1, 2

FAV  
Statut : 2



Dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation (DAPE) générique

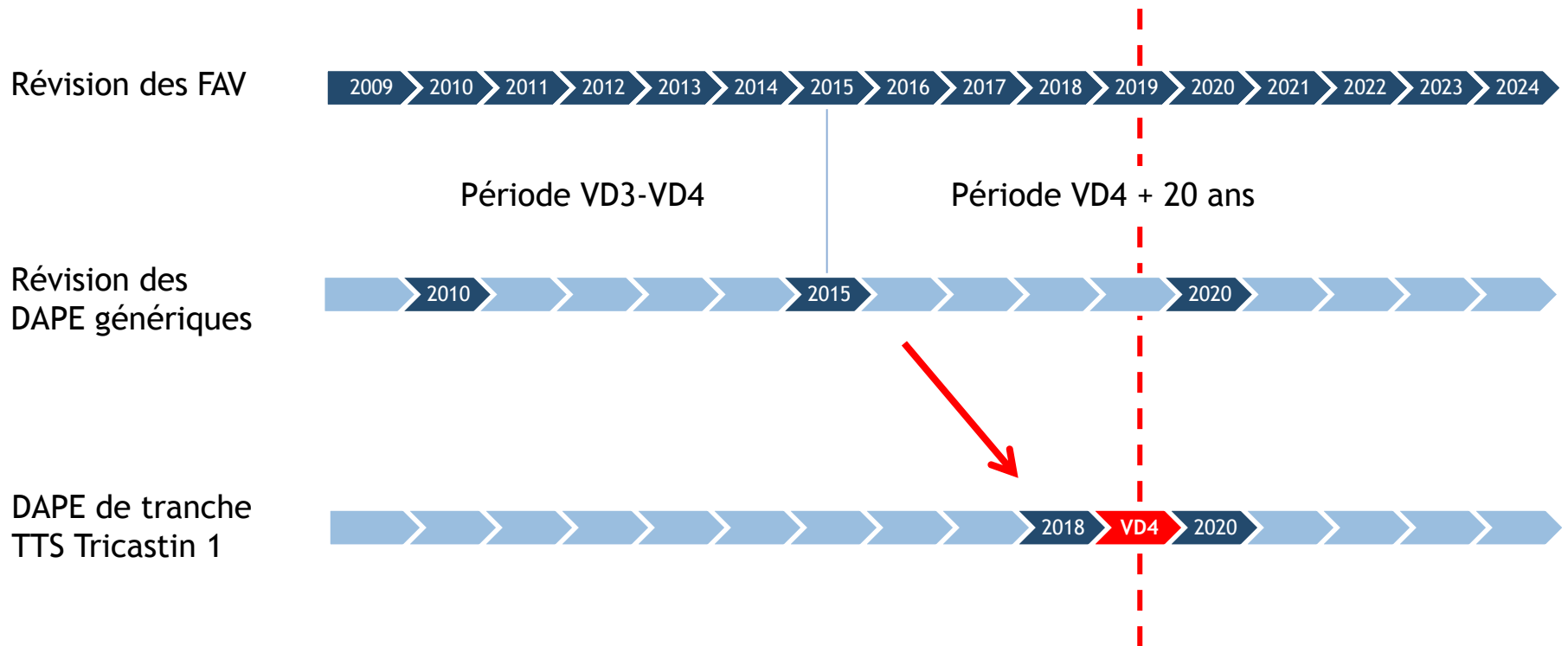


Dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation (DAPE) de tranche

VD - 1 an  
Divergence + 6 mois



# Le processus de maîtrise du vieillissement

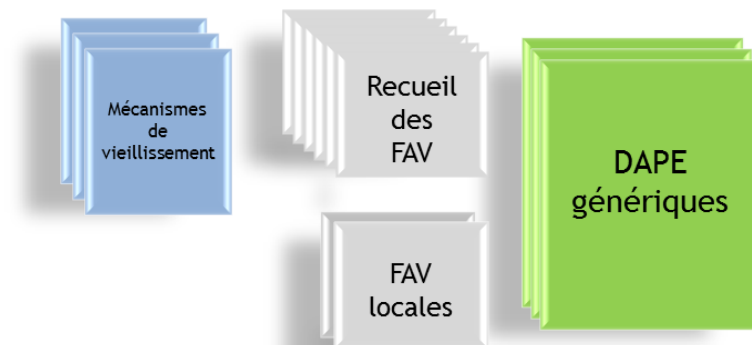




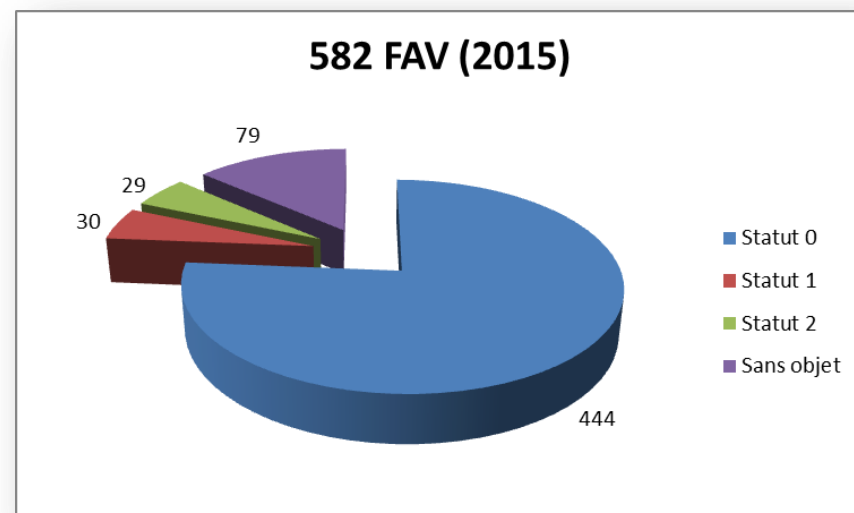
# Le processus de maîtrise du vieillissement

## Documents méthodologiques

- Base de connaissance des matériaux
- Le référentiel des mécanismes



## Les fiches d'analyse du vieillissement



## Les dossiers d'aptitude à la poursuite de l'exploitation

# Le processus de maîtrise du vieillissement

## Les 12 DAPE des réacteurs de 900 MWe

### CPP - CSP

Cuve

Internes de cuve

Pressuriseur

Groupes motopompes primaires

Générateurs de vapeur

Tuyauteries du circuit primaire

Tuyauteries auxiliaires et piquages primaires du circuit primaire

### Génie Civil

Enceinte

Structures de génie civil

### Electricité

Contrôle commande

Câbles

Traversées électriques

# Structure d'un DAPE

## DAPE enceinte

### 4. Mécanismes de vieillissement identifiés

- 4.2 Fissuration du dôme et du fût et corrosion
- 4.3 Perte de précontrainte
- 4.4 Corrosion des extrémités et têtes de câbles seules
- 4.5 Corrosion aqueuse par piqûres de la peau métallique
- 4.6 Cloquage de la peau et liaison avec les connecteurs
- 4.7 Corrosion sous contrainte des tirants précontraints des butées du puits de cuve
- 4.8 Vieillissement de l'automate d'acquisition
- 4.9 Vieillissement des dynamomètres
- 4.10 Vieillissement des extensomètres
- 4.11 Vieillissement des thermocouples
- 4.12 Vieillissement du revêtement bitumineux

### 5. Enceintes de confinement

- 5.2 Description de la paroi béton
- 5.3 Description de la peau métallique
- 5.4 Conditions de fonctionnement

### 6. Conception et construction de l'enceinte

- 6.1 Fonction de sûreté
- 6.2 Conception et dimensionnement de la paroi en béton
- 6.3 Conception et dimensionnement de la peau
- 6.4 Construction
- 6.5 Épreuve

### 7. Surveillance et comportement

- 7.1 Surveillance en fonctionnement
- 7.2 Surveillance en épreuve
- 7.3 Processus d'analyse des mesures d'auscultation
- 7.4 Comportement mécanique
- 7.5 Retour d'expérience des inspections visuelles du parement externe
- 7.6 Évolution du taux de fuite

### 8. Évolution de la précontrainte

- 8.1 Cinétique de l'évolution de la précontrainte
- 8.2 Aptitude au service

### 9. Corrosion de la peau métallique d'étanchéité

- 9.1 Retour d'expérience sur le phénomène de corrosion de la peau métallique
- 9.2 Aptitude au service

# Maîtrise du vieillissement : les enjeux de l'expertise en cours

## Rappels

- Que couvre la notion de vieillissement ?
- Que vise-t-on avec la « maîtrise du vieillissement » ?

## Le processus de maîtrise du vieillissement

## Les tendances de l'instruction en cours

# Les tendances de l'instruction en cours (1/3)

## ■ Le processus de maîtrise du vieillissement

- Satisfaisant
- Un travail significatif accompli depuis dix ans
- Une base de connaissances considérable
- Des liens clairs avec les enjeux de sûreté
- Doit rester un processus « vivant » (≠ archivage)
- Processus conforme aux standards internationaux
- Points de vigilance
  - Intégration du REX perfectible
  - Appropriation par les sites, spécificités locales



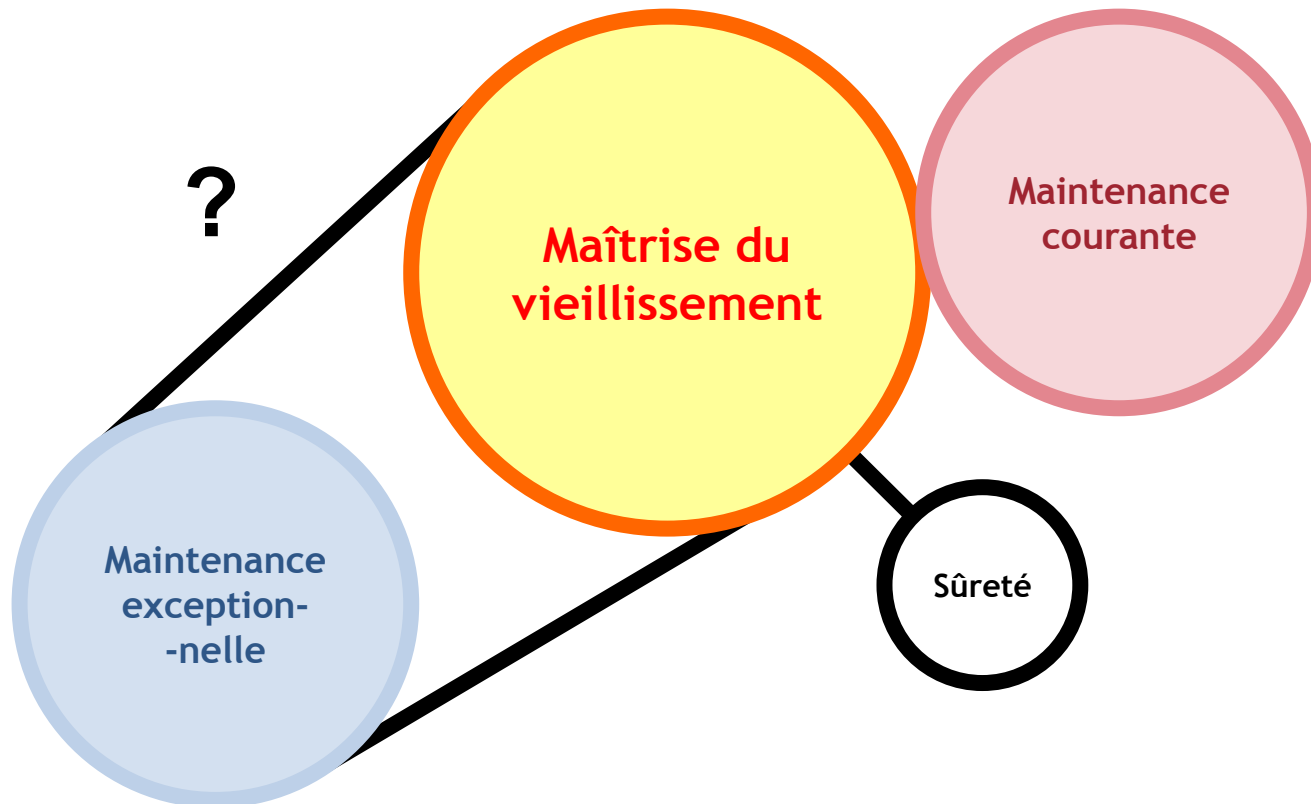
# Les tendances de l'instruction en cours (2/3)

## ■ Le lien avec les autres processus ?

- Pas facilement lisible
- Le processus devrait être un facteur d'anticipation
- Les priorités définies en matière de maintenance exceptionnelle sont difficiles à relier aux éléments de sortie du processus

# Les tendances de l'instruction en cours (2/3)

## Le lien avec les autres processus ?



# Les tendances de l'instruction en cours (2/3)

## ■ Le lien avec les autres processus ?

- Pas facilement lisible
- Le processus devrait être un facteur d'anticipation
- Les priorités définies en matière de maintenance exceptionnelle sont difficiles à relier aux éléments de sortie du processus

## ■ Les difficultés propres à la maintenance exceptionnelle

- Programme de remplacement des générateurs de vapeur retardé
- Programme tuyauteries enterrées plus long que prévu à déployer
- Groupes électrogènes



# Les tendances de l'instruction en cours (3/3)

## ■ Développement de critères d'aptitude

- Peu développé à l'orientation VD4 (2015), quelques DAPE concernés
- A beaucoup progressé en deux ans (FAV)

## ■ La qualification « progressive »

- Un programme d'expertise globalement satisfaisant, à étendre en partie

## ■ Le traitement de l'obsolescence

- Conforme aux pratiques internationales
- Amélioration notable /2012, notamment sur les matériels électriques

## ■ Le programme d'investigations complémentaires (PIC)

- Complète maintenance et qualification, quelques compléments nécessaires

# Calendrier - Présentation des conclusions

## Le calendrier de l'instruction

- Novembre 2017 : réunions préparatoires
- Fin 2017 - Début 2018 : finalisation du rapport de l'IRSN
- 15 mars 2018 : réunion du GPE ESPN
- 21 et 22 mars 2018 : réunions du GPE réacteurs

## Conclusions

- Avis de l'IRSN à paraître mi-février 2018

# Annexes

# Les zones critiques du vieillissement des réacteurs sous pression

Certains éléments d'une centrale nucléaire sont particulièrement sensibles. Lors de ses expertises, l'IRSN s'intéresse à leur vieillissement afin de garantir la sûreté des installations.

## 1 L'enceinte de confinement

Double paroi en béton, ou simple paroi revêtue d'acier.

- **Risques :** **dégradation du béton, perte de précontrainte.**
- **Moyens de maîtrise :** surveillance des déformations par capteurs, sondages, colmatage des microfissures, épreuve décennale sous pression, R&D.

## 2 La cuve

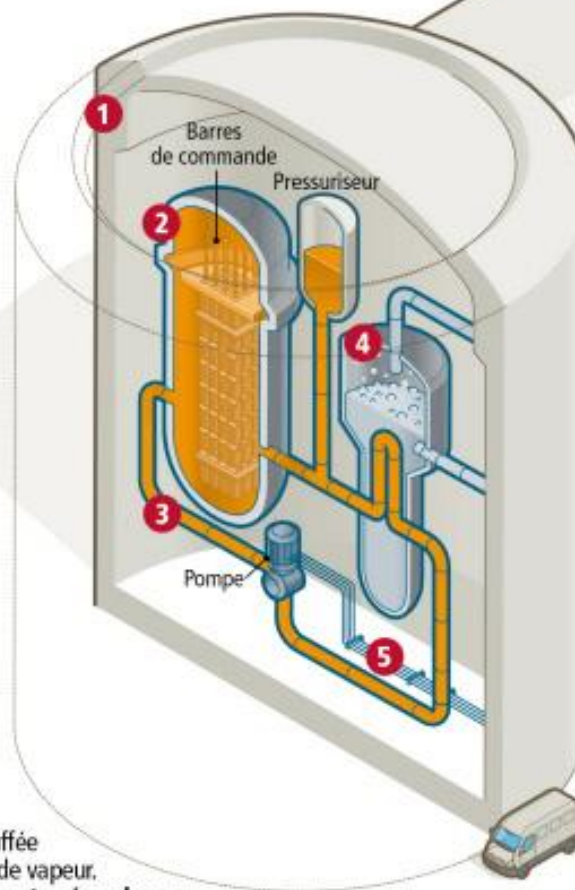
En acier très épais, elle renferme le cœur du réacteur.

- **Risques :** **corrosion, contraintes thermiques et mécaniques, fragilisation par irradiation.**
- **Moyens de maîtrise :** programme de surveillance de l'irradiation, examens non destructifs, épreuve hydraulique, R&D.

## 3 Le circuit primaire

L'eau y circule depuis la cuve, où elle est chauffée par le cœur du réacteur, jusqu'au générateur de vapeur.

- **Risques :** **corrosion, fatigue thermique et mécanique.**
- **Moyens de maîtrise :** contrôles, épreuve hydraulique, remplacement des composants usés.



## 4 Le générateur de vapeur (GV)

Échangeur thermique entre les circuits primaire et secondaire du réacteur.

- **Risques :** **usure et corrosion, fatigue thermique et mécanique, colmatage.**
- **Moyens de maîtrise :** examens non destructifs, bouchages des tubes défectueux, remplacement des GV usés.

## 5 Les câbles électriques

Tous ne sont pas remplaçables.

- **Risques :** **vieillessement des isolants.**
- **Moyens de maîtrise :** R&D.

