

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

4^{ème} 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

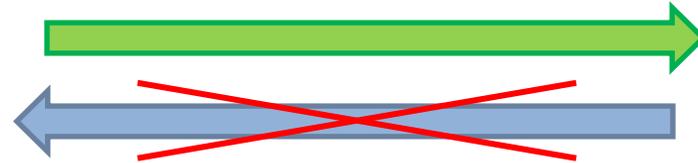
■ Rappels

- 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

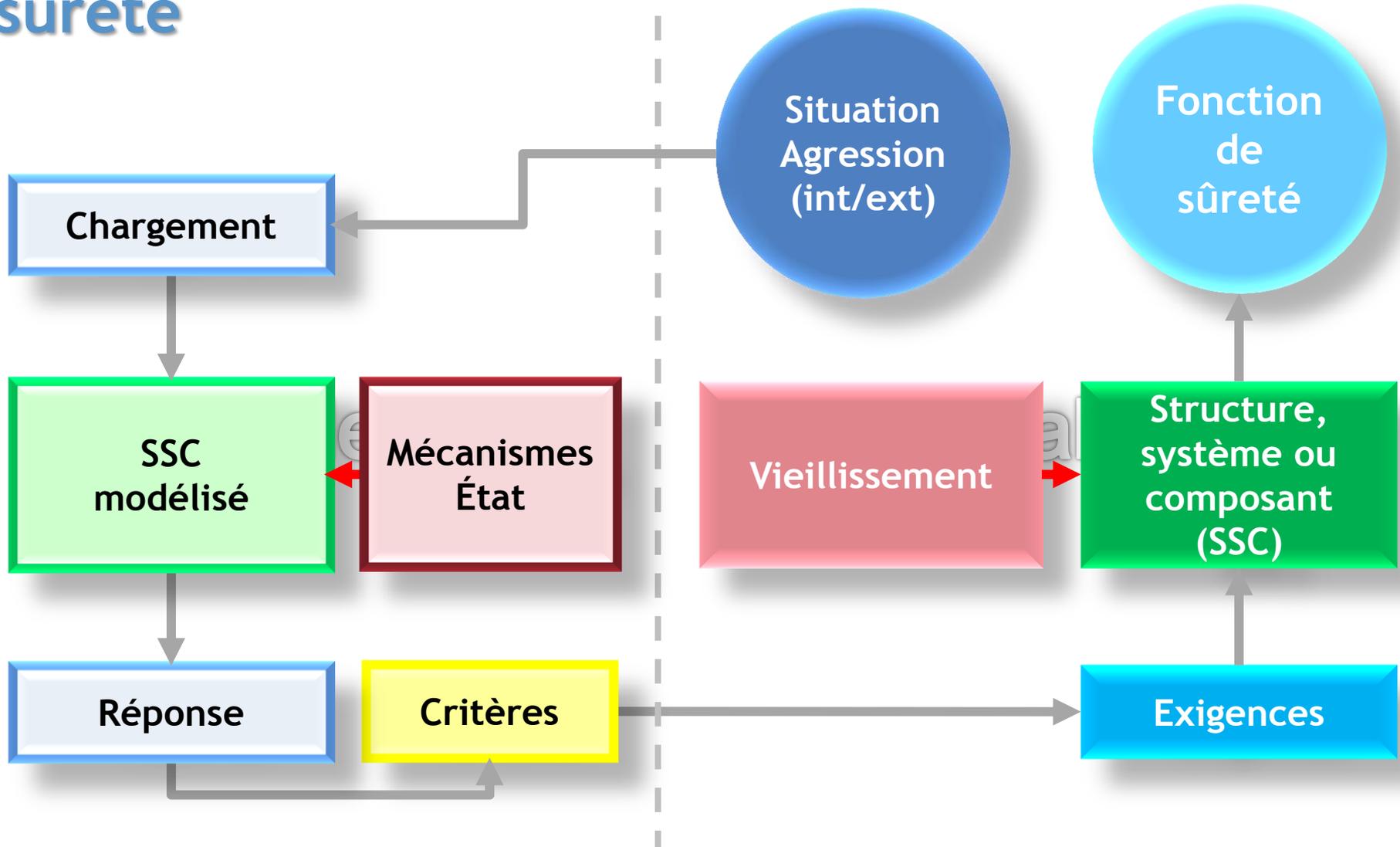
1. Maîtrise du vieillissement
2. Inspection en service et maintenance
3. Traitement de l'obsolescence

■ 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

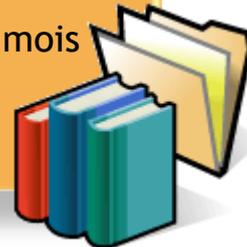


Dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation (DAPE) générique

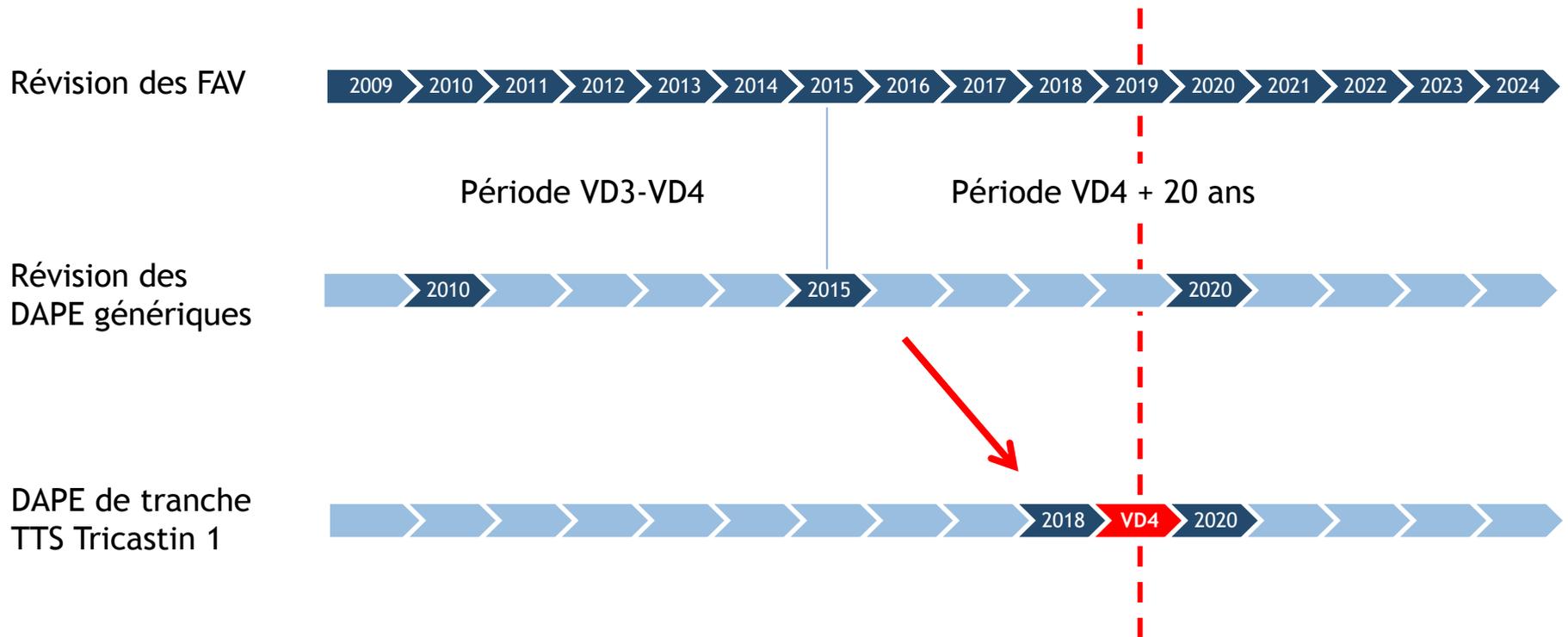


Dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation (DAPE) de tranche

VD - 1 an
Divergence + 6 mois



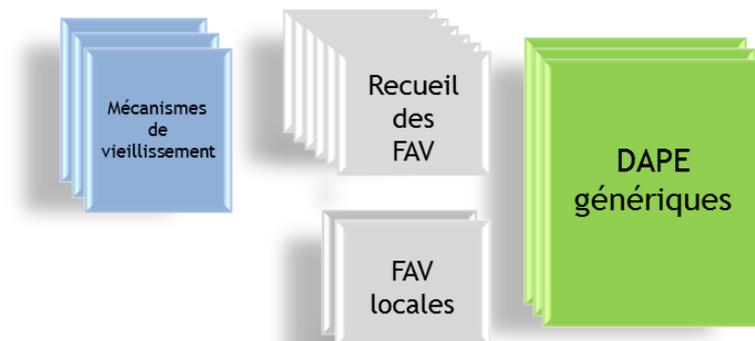
Le processus de maîtrise du vieillissement



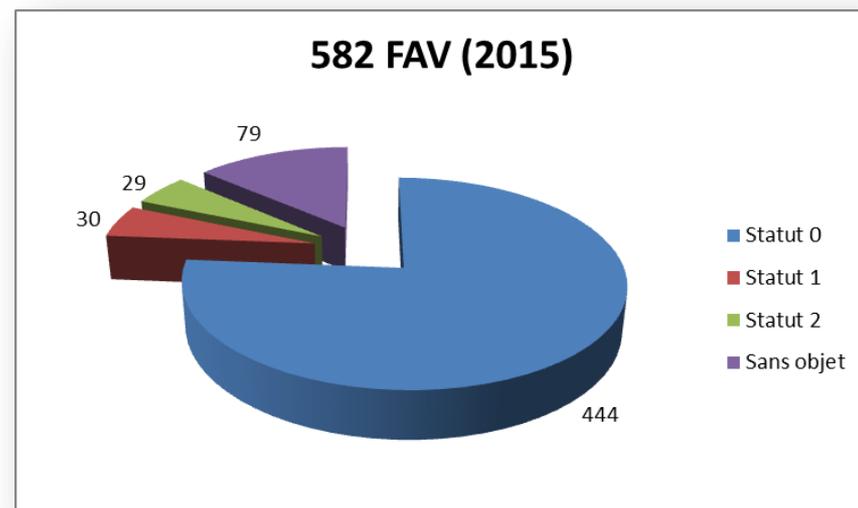
Le processus de maîtrise du vieillissement

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



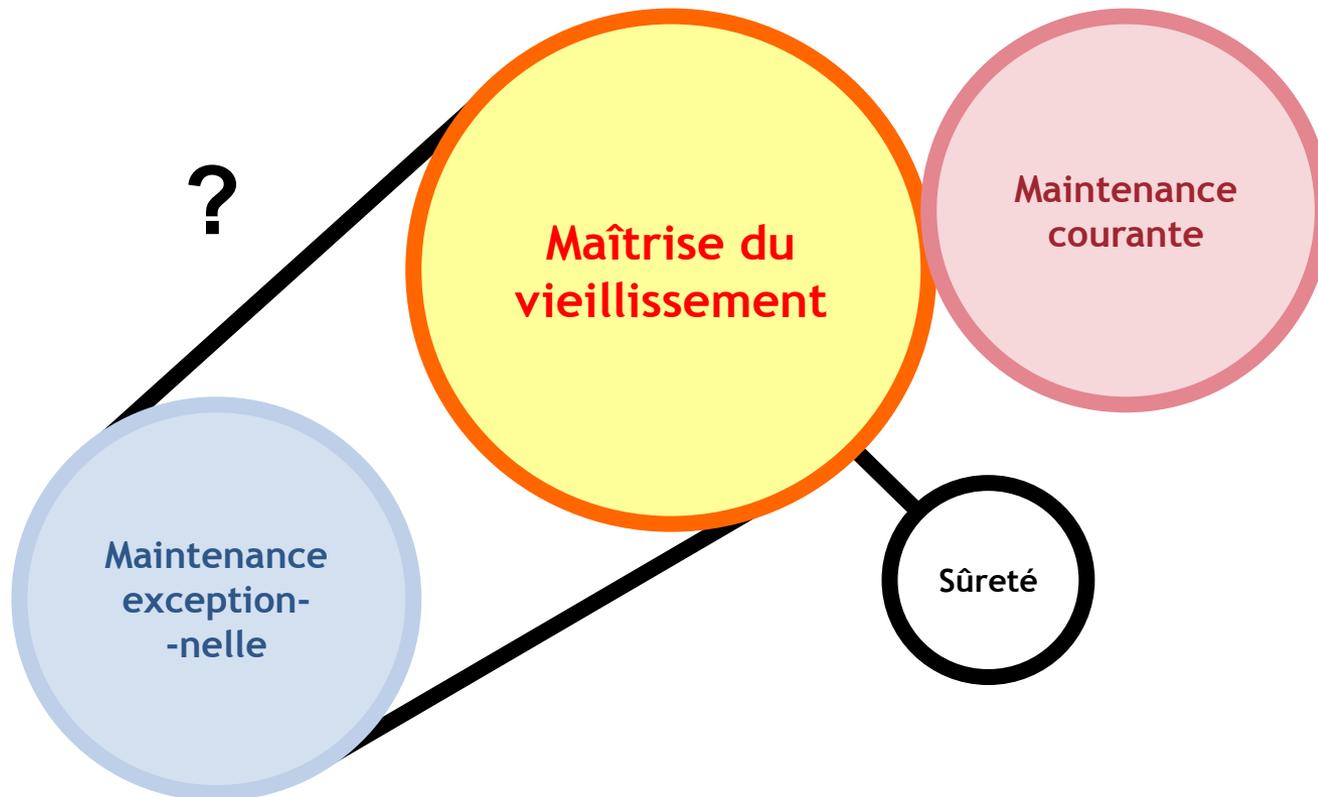
Les tendances de l'instruction en cours (2/3)

■ 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

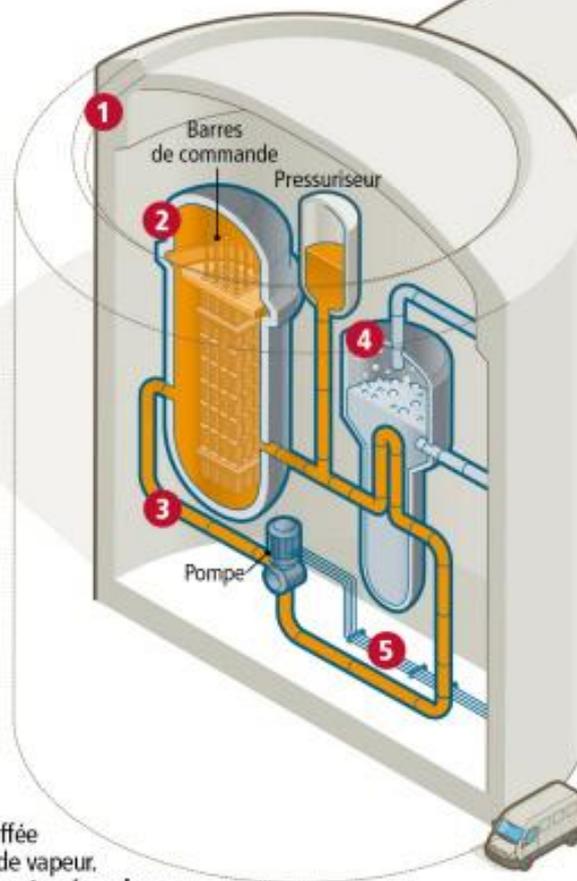
En acier très épais, elle renferme le cœur du réacteur.

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

