

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Place de l'exclusion de rupture dans la démonstration de sûreté

28 juin 2018
Auteur : PSN-EXP/SES
© IRSN

Sommaire

Rappels

- Défense en profondeur
- Démonstration de sûreté : une approche déterministe
- Application aux tuyauteries

Démarche d'exclusion de rupture

- Cas des gros composants
- Cas des tuyauteries primaires
- Cas des tuyauteries secondaires

Rappels

■ Défense en profondeur

- Principe de conception des dispositions de sûreté



Article 3.1 de l'arrêté du 7 février 2012

I. – L'exploitant applique le principe de défense en profondeur, consistant en la mise en œuvre de niveaux de défense successifs et suffisamment indépendants visant, pour ce qui concerne l'exploitant, à :

- 1 prévenir les incidents ;
- 2 détecter les incidents et mettre en œuvre les actions permettant, d'une part, d'empêcher que ceux-ci ne conduisent à un accident et, d'autre part, de rétablir une situation de fonctionnement normal ou, à défaut, d'atteindre puis de maintenir l'installation dans un état sûr ;
- 3 maîtriser les accidents n'ayant pu être évités ou, à défaut, limiter leur aggravation, en reprenant la maîtrise de l'installation afin de la ramener et de la maintenir dans un état sûr ;
- 4 gérer les situations d'accident n'ayant pas pu être maîtrisées de façon à limiter les conséquences notamment pour les personnes et l'environnement.

Démonstration de sûreté

■ Une approche déterministe

⇒ Ne vise pas à estimer la probabilité de défaillance...



a. Postuler des **défaillances**

« Événements initiateurs » classés par « catégories »
en fonction de leur fréquence estimée

b. Fixer des **exigences** à respecter par catégorie

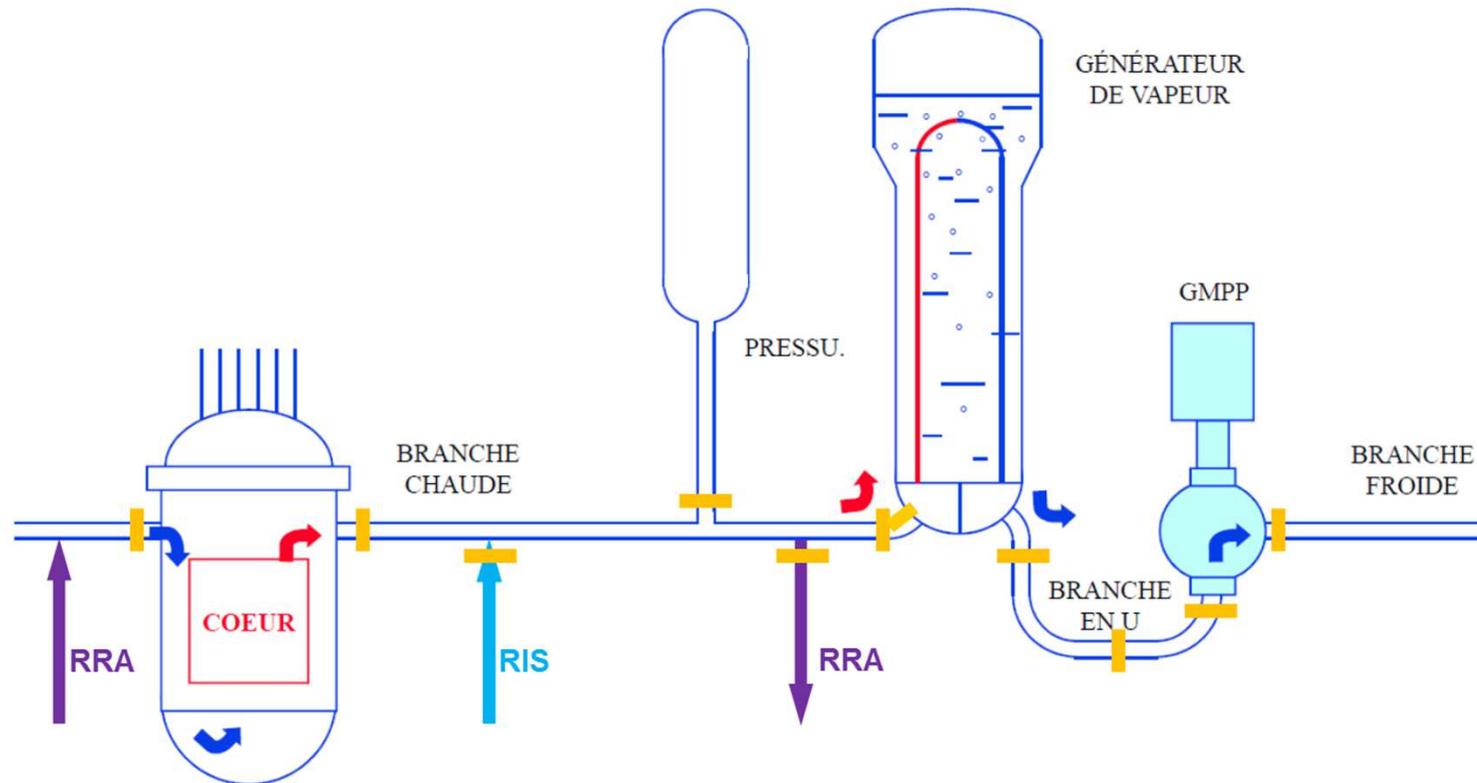
c. Évaluer les **conséquences**

d. Définir les **moyens** pour limiter ces conséquences et afin de respecter les exigences

3^e niveau de la défense en profondeur

Tuyauteries

- Événements initiateurs = Brèches postulées



Conséquences à évaluer

■ Accident de référence

- Maîtriser l'impact sur les
Fonctions fondamentales de sûreté

Maîtrise de la réactivité
Confinement des produits radioactifs
Refroidissement du combustible

■ Agression interne

- Effets globaux
- Effets dynamiques locaux

Sommaire

■ Rappels

- Défense en profondeur
- Démonstration de sûreté : une approche déterministe
- Application aux tuyauteries

■ Démarche d'exclusion de rupture

- Cas des gros composants primaires
- Cas des tuyauteries primaires
- Cas des tuyauteries secondaires

Gros équipements primaires

Historique (USA, premiers REP commerciaux)

- Conséquences d'une rupture de cuve difficiles à limiter
- Limiter le risque par un effort accru sur les deux premiers niveaux de défense en profondeur (**prévenir**, **détecter-empêcher**)
- Id. pour les enveloppes des équipements primaires (GV, GMPP, PSZ)

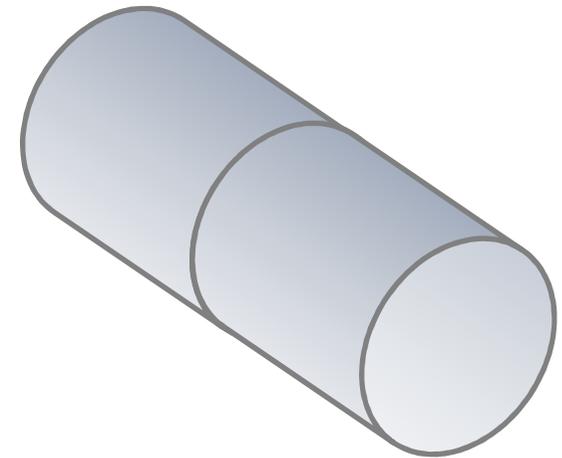
Démarche

- **Absence de défauts, haute qualité : choix de procédé de fabrication**
- **Matériau tolérant aux défauts : choix de matériau ductile + tenace**
- **Limiter les concentrations de contrainte : dessin**
- **Contrôle de l'absence de défauts : redondants et poussés**
- **Vérification de la stabilité d'un éventuel défaut (conventionnel, postulé)**

Cas des tuyauteries primaires

■ Brèche guillotine doublement débattue (2A)

- Dimensionnement de l'enceinte
- Injection de sécurité
- Conditions de qualification des matériels
- Efforts au niveau des supportages des composants



■ Autres brèches plus limitées

- Déformations du combustible sous l'effet de la dépressurisation
- Internes (cuve, générateurs de vapeur, pompes primaires)
- Structures de GC internes
- Effet de jet

Cas des tuyauteries primaires

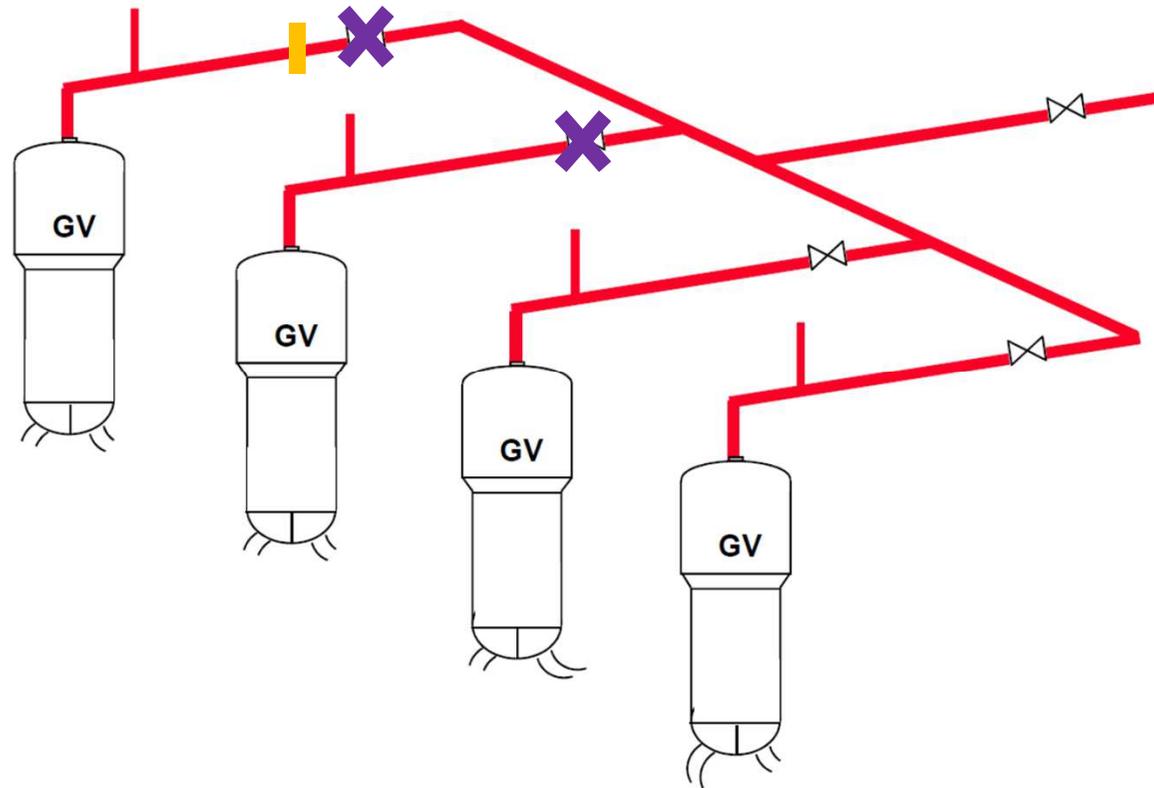
■ Comment sont justifiées les tailles de brèches postulées ?

- Brèche 2A
 - Événement initiateur unique qui enveloppe d'autres événements moins contraignants (brèches dans l'enveloppe de pression du réfrigérant primaire)
- Autres brèches plus limitées
 - Mise en place de dispositifs anti-débattement (Parc EDF, France)
 - **Exclusion de rupture** (Allemagne, EPR)
 - Fuite avant rupture (USA)

Suppression des dispositifs
anti-débattement

Cas des tuyauteries secondaires

■ Historique : les tronçons protégés ou « superpipe » (Parc EDF)



Cas des tuyauteries secondaires

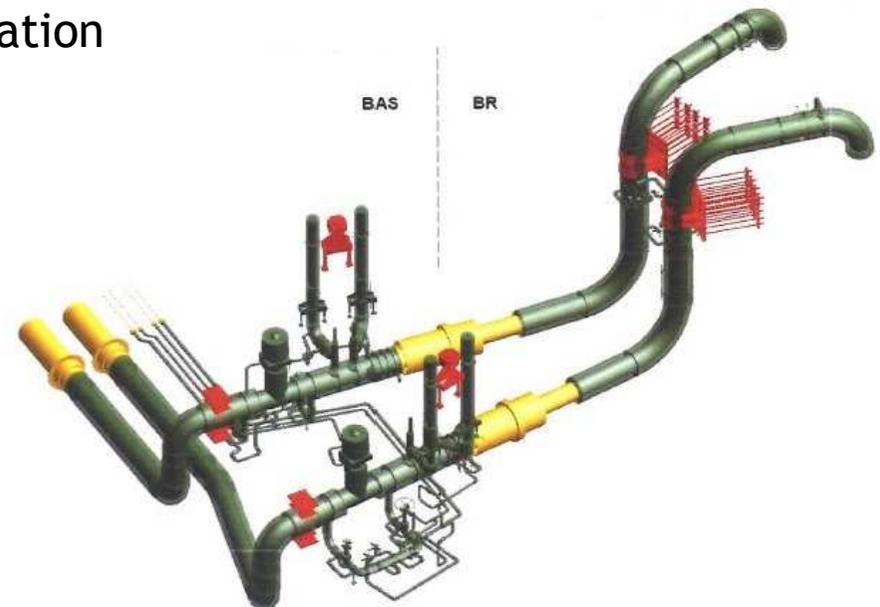
■ Historique : les tronçons protégés ou « superpipe » (Parc EDF)

- Longueur réduite autant que possible
 - **Traversée d'enceinte** ⇒ premier point fixe après la vanne d'isolement
- RCC-M niveau 2
- Minimisation des concentrations de contrainte (dessin)
- Limitation des contraintes (C3650 du RCC-M)
- Aucune soudure en face externe (sauf si contrôle à 100% possible)
- Nombre de soudures longitudinales ou circulaires limitées
- Contrôle renforcé des soudures

Cas des tuyauteries secondaires

Principes retenus pour l'EPR de Flamanville (RDS)

- Longueur augmentée par rapport au part
 - **Sortie du GV** ⇒ premier point fixe après la vanne d'isolement
- RCC-M niveau 1
- Tracé optimisé des lignes de tuyauterie et optimisation des supportages
- Choix de matériaux, qualité de fabrication
- Mesures prises afin d'éviter qu'une ligne VVP ne soit endommagée par la ruine d'une autre tuyauterie (rupture postulée)
- Cohérence entre END en service et CND en fabrication



Conclusion

■ La démarche d'exclusion de rupture

- Est une démarche historique de la conception des REP
- D'abord appliquée aux gros composants du circuit primaire, selon certains principes en matière de conception, de fabrication et de contrôles
- Étendue aux tuyauteries par la suite, moyennant des dispositions complémentaires