

# MAÎTRISE DE LA CONFORMITÉ ET DU VIEILLISSEMENT DES RÉACTEURS

Dialogue technique sur le 4<sup>ème</sup> réexamen  
périodique des réacteurs de 1300 MWe

## Cadre général

### [ POSITION DE L'ASN LORS DE LA PHASE D'ORIENTATION DE LA PHASE GÉNÉRIQUE DU RP4 1300 – CODEP-DCN-2019-009228

- La conformité des installations aux règles qui leur sont applicables est indispensable à leur sûreté. La **vérification de cette conformité** doit en premier lieu s'effectuer en permanence sur vos installations. Elle doit également constituer **un objectif fondamental des réexamens périodiques**, au cours desquels un examen approfondi est réalisé (revue de programmes de maintenance, programme d'investigation complémentaire, revue de conception, essais spécifiques, ...). Cette conformité doit inclure **la maîtrise au cours du temps du vieillissement et de l'obsolescence**.

## Cadre général

### [ POSITION DE L'ASN LORS DE LA PHASE D'ORIENTATION DE LA PHASE GÉNÉRIQUE DU RP4 1300 – CODEP-DCN-2019-009228

#### ■ Périmètre de l'examen de conformité

- « [L'ASN] considère que le programme de vérification de la conformité que vous avez transmis pour les réacteurs de 1300 MWe, qui est similaire à celui proposé lors des orientations du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, devra être complété, notamment quant au périmètre des contrôles effectués, aux essais d'ensemble à réaliser et aux revues de conception des systèmes, afin **d'atteindre un objectif comparable à celui fixé par l'ASN pour les réacteurs de 900MWe.** »

❖ Cette demande regroupe les demandes de l'ASN CONF1, CONF4 et CONF5 du RP4 900

### [ POSITION DE L'ASN LORS DE LA PHASE D'ORIENTATION DE LA PHASE GÉNÉRIQUE DU RP4 1300 – CODEP-DCN-2019-009228

#### ■ Traitement des écarts et des anomalies d'études

- « [L'ASN] vous demande de **corriger, dès que possible et au plus tard lors de la quatrième visite décennale de chaque réacteur de 1300 MWe, les écarts** ayant un impact sur la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement qui auront été identifiés avant le début de leur visite décennale. Les écarts détectés au cours de ladite visite décennale devront être corrigés dès que possible, en tenant compte de leur importance pour la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement. »

❖ Cette demande correspond à la demande CONF2 du RP4 900 reprise en prescription technique RP4 900 « PT CONF A »

## Les demandes RP4 900

### [ CONF 1

- Au regard des écarts de conformité récemment caractérisés affectant différents types de matériels, l'ASN vous demande **d'étendre le périmètre et les contrôles** que vous proposez en matière de vérification de la conformité des installations.

### [ CONF 2

- Dans la perspective de votre programme « grand carénage », l'ASN vous demande de renforcer votre organisation afin d'être en mesure de **corriger au plus tard lors de la quatrième visite décennale de chaque réacteur de 900 MWe les écarts** ayant un impact sur la sûreté qui auront été préalablement identifiés. Les écarts détectés au cours de ladite visite décennale seront corrigés dès que possible, en tenant compte de leur importance pour la sûreté.

## Les demandes RP4 900

### [ CONF 4

- L'ASN vous demande de proposer :
  - une méthodologie vous permettant d'identifier les systèmes importants pour la sûreté dont les études de conception n'ont pas été réexaminées depuis la mise en service des installations ou dont le retour d'expérience d'exploitation est défavorable ou dont la défaillance augmenterait notablement le risque de fusion du cœur en situation accidentelle pour mi-avril 2016 ;
  - un programme de **revues de conception des systèmes** ainsi identifiés, associées à des vérifications de conformité des matériels installés, dans le cadre du réexamen associé aux VD4-900 pour fin septembre 2016.

## Les demandes RP4 900

### [ CONF 5

- L'ASN vous demande de définir, pour fin 2017, des **essais complémentaires** visant à vérifier, à l'issue de l'intégration des lots de modifications majeurs associés à la démonstration de sûreté VD4-900, le comportement fonctionnel d'ensemble des EIP vis-à-vis de leurs exigences définies et au regard des principales fonctions de sûreté. Parmi ces essais, certains porteront notamment sur les EIP pour lesquels le processus actuel d'essais périodiques et/ou décennaux actuels s'avérerait insuffisant, en termes de périmètre ou de fréquence.
- Vous préciserez et justifierez ceux de ces essais qui seront à réaliser sur chaque réacteur et ceux qui pourront n'être effectués que sur un réacteur dit « tête de série » représentatif en termes de résultats attendus.

## CONF 1 – Contrôle de conformité

### [ DÉMARCHE

- | **Visite terrain d'experts** issus des équipes du CNPE de matériels de 3 systèmes sans démontage et sans échafaudage
  
- | Prise en compte du **REX des visites terrains RP4 900**
  
- | **Même périmètre que RP4 900 :**
  - ASG : pompes et bâches
  - SEC : pompes et échangeurs RRI/SEC
  - LHP/LHQ: moteurs diesels et leurs circuits auxiliaires
  
- | **Référentiel** de contrôle : VD4 1300
  
- | Exigence associée à chaque observation requise sur le terrain

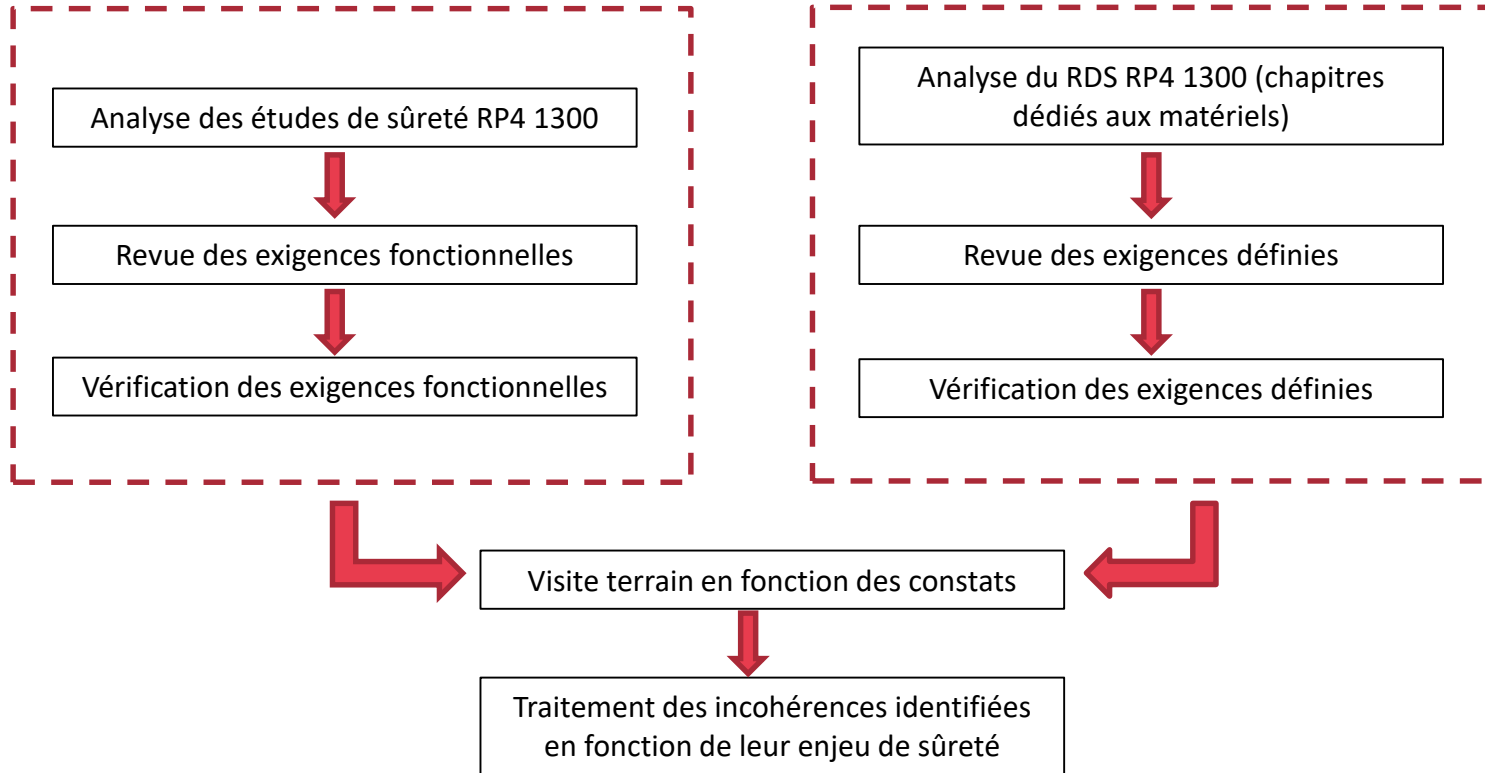


## CONF 2 – Résorption des écarts

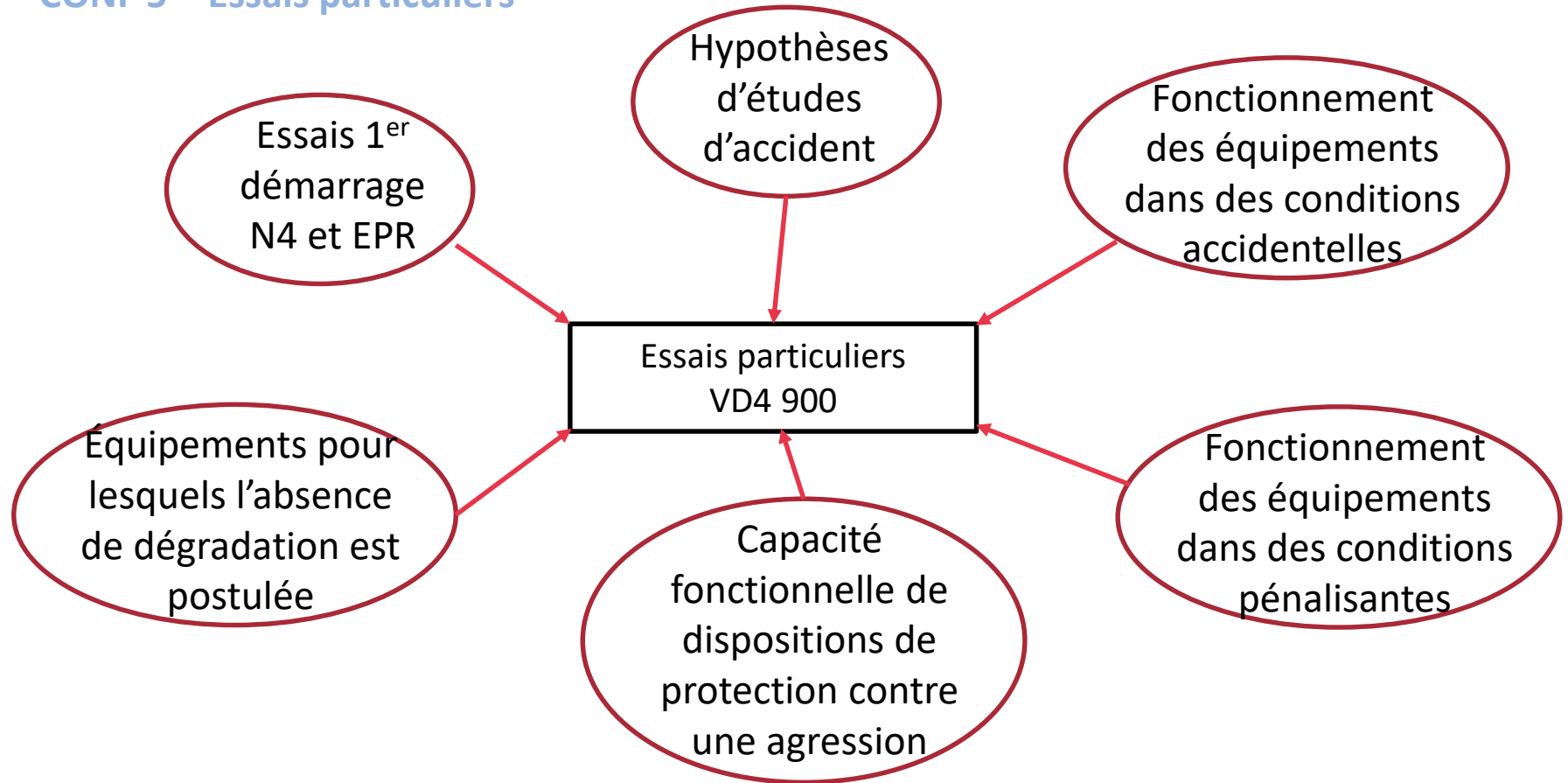
### [ DÉMARCHE

- **Résorption** au plus tard lors de la VD4 des écarts identifiés en amont (y compris les écarts détectés dans le cadre du programme ECOT
- **Cas exceptionnels d'écarts complexes** détectés en amont de la VD4 qui ne pourraient pas être résorbés à l'issue de la VD4 : justification du report (contraintes industrielles), transmission du planning de résorption, justification du délai de traitement vis-à-vis de la sûreté
- **Organisation** spécifique sur site
- **Inspection** sur chaque site avant, pendant et après la VD pour contrôler l'état d'avancement

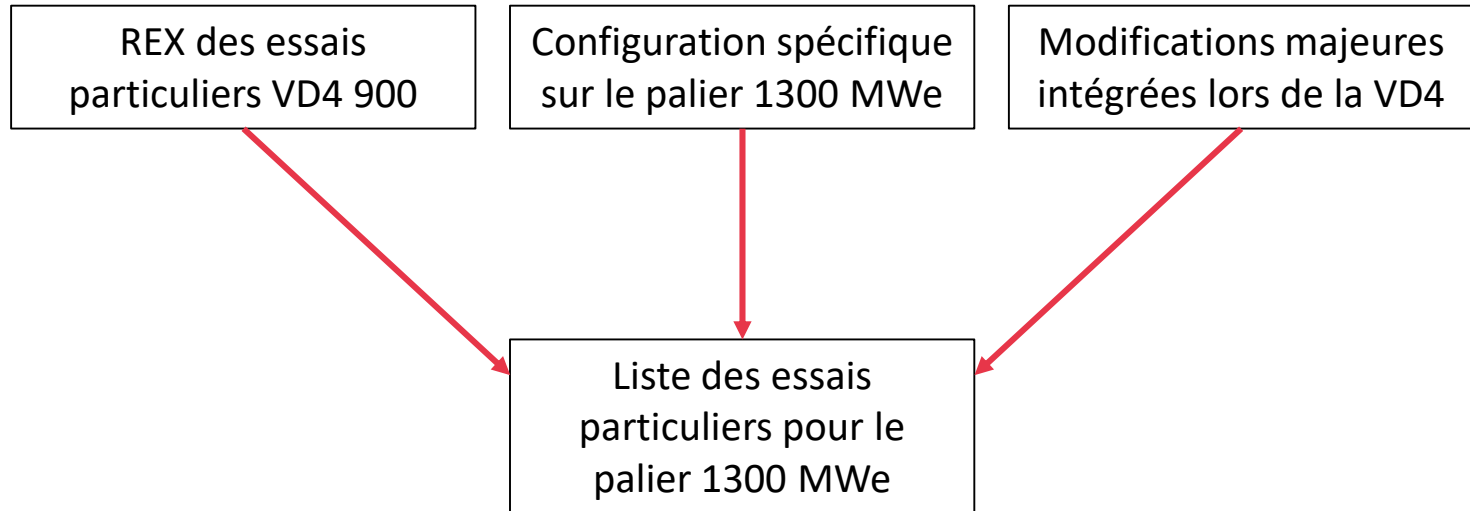
## CONF 4 – Revue de systèmes



## CONF 5 – Essais particuliers



## CONF 5 – Essais particuliers



## Maîtrise du vieillissement

# Maîtrise du vieillissement – Définitions\*

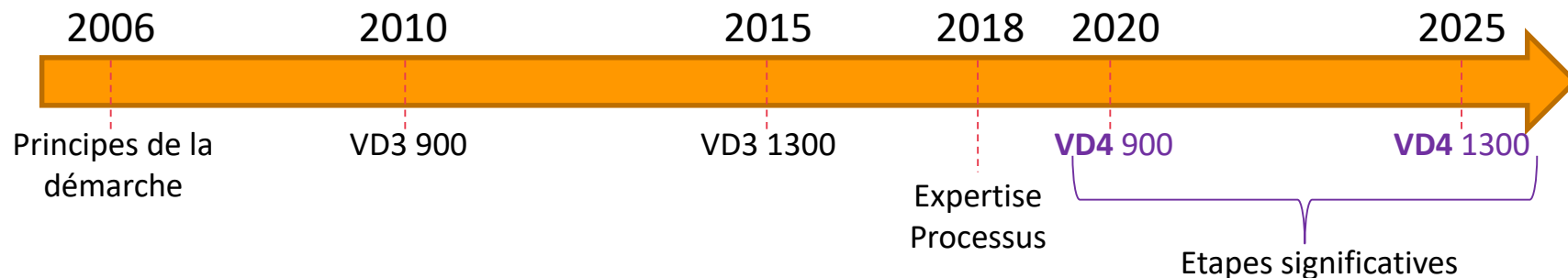
- | **Vieillessement** : processus général par lequel les caractéristiques d'un SSC se modifient graduellement avec le temps ou l'utilisation
- | **Dégradation par vieillissement** : effets du vieillissement qui pourraient altérer l'aptitude d'un SSC à fonctionner dans les limites des critères d'acceptabilité
- | **Gestion du vieillissement** : mesures d'ordre technique, d'exploitation et de maintenance visant à maintenir dans des limites acceptables la dégradation par vieillissement et l'usure des SSC

\*Glossaire © OCDE – NEA 1999 : « Glossaire du vieillissement des centrales nucléaires ».

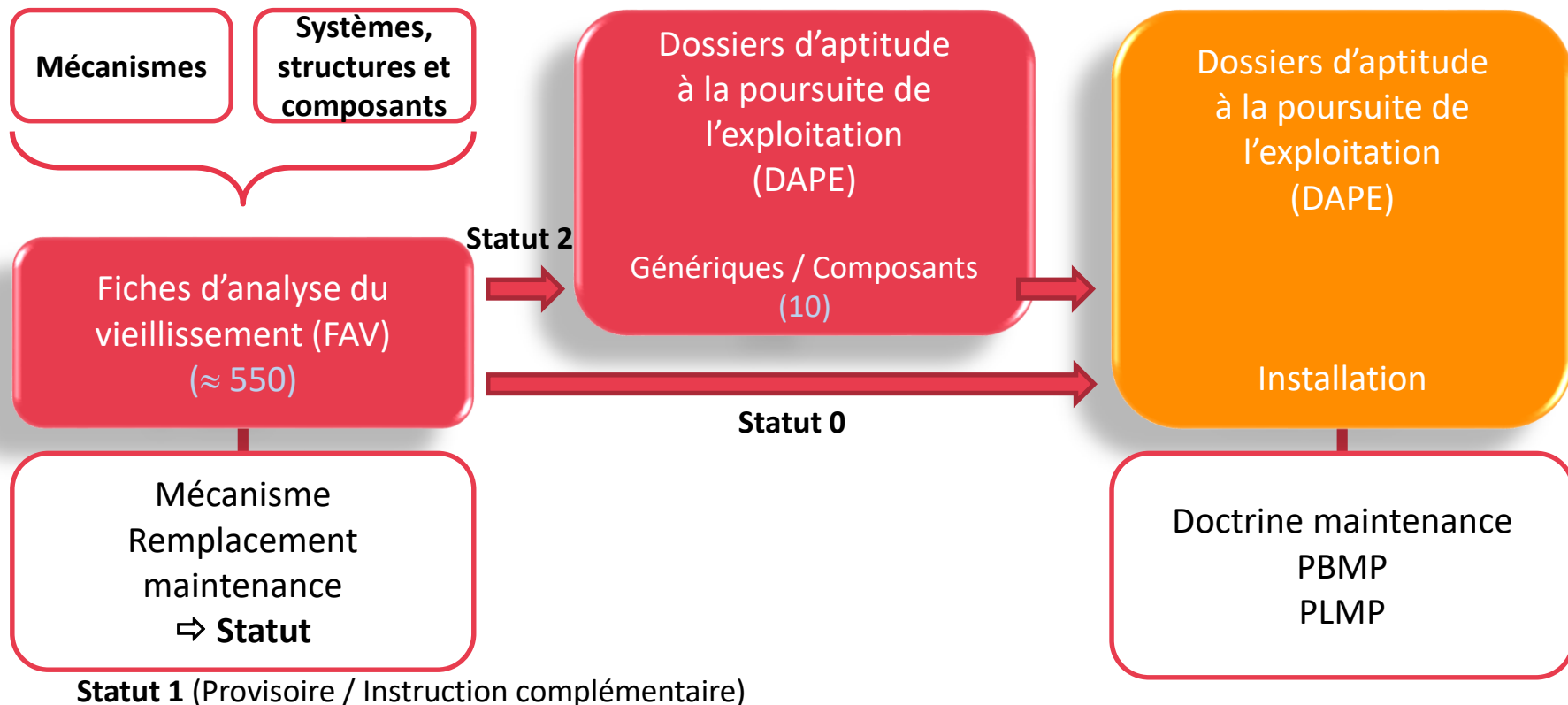
# Maîtrise du vieillissement – Processus

## Les objectifs:

- Apporter la démonstration de la maîtrise du vieillissement des systèmes, structures et composants (SSC) pour lesquels le vieillissement peut affecter la sûreté des réacteurs et conditionner ainsi leur durée d'exploitation
- Mettre en œuvre les actions nécessaires, notamment les programmes de contrôle et de maintenance, à mener pour assurer la maîtrise du vieillissement des SSC



# Maîtrise du vieillissement - Processus





# DAPE « Composant »

- Dresse le bilan : de la conception, de la fabrication, du comportement en service;
- Etablit le niveau de connaissance des mécanismes de vieillissement, de leur cinétique et des valeurs acceptables des dégradations;
- Evalue l'adéquation des programmes de suivi en service, de réparation et de remplacement;
- Décrit les travaux de R&D en cours;
- Définit (si besoin) des actions ou études complémentaires à réaliser;
- Statue sur la maîtrise du vieillissement du composant  
(à VD4 + 10 ans et donne de la visibilité à VD4 + 20 ans)

SEPTEN\_CMG\_CP

DOSSIER D'APTITUDE À LA POURSUITE DE L'EXPLOITATION DES  
INTERNES DE CUVE DU PALIER 1300 MWE

- la cuve
- le pressuriseur
- les générateurs de vapeur
- les tuyauteries principales du circuit primaire principal
- l'enceinte de confinement
- les structures de génie civil vis-à-vis des réactions de gonflement interne du béton
- les structures internes de cuve
- les câbles
- le contrôle commande
- les traversées électriques

# Maîtrise du vieillissement : conclusions

## ■ Le processus

- Mature
- Adapté à un parc électronucléaire standardisé
- Répond aux standards internationaux
- Base de connaissance des mécanismes – à l'état de l'art
- Intégration du REX et appropriation par les sites (PLMV) à poursuivre

## ■ Liens avec la maintenance

- Maintenance préventive
- Maintenance exceptionnelle
- Programme d'investigations complémentaires (PIC)

## ■ Liens avec le traitement du risque d'obsolescence

- FAV et DAPE portent une analyse de l'obsolescence
- Processus obsolescence en évolution depuis 2018

# Maîtrise du vieillissement – RP4 1300

- Révision des FAV et des DAPE (mi-2023)
- Evolutions FAV/ DAPE 1300 depuis la VD3
- Prise en compte des conclusions VD4 900

# Corrosion sous contrainte (CSC) des circuits auxiliaires du CPP

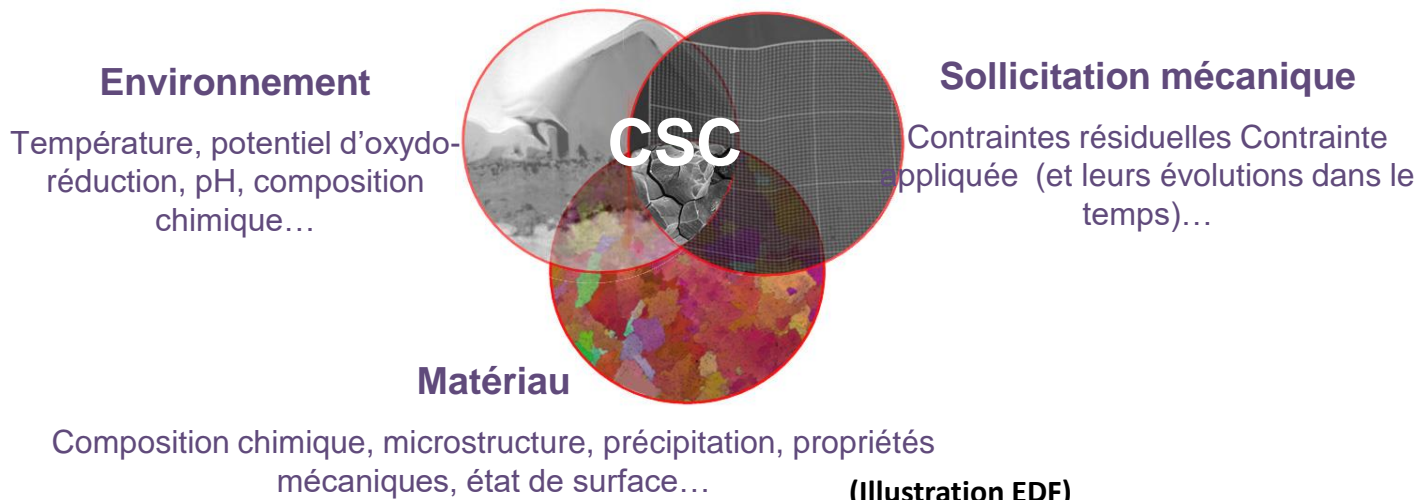
## **Contexte :**

Détectée fin 2021 à proximité de soudures des tuyauteries des circuits auxiliaires :

- CIV1 (1450 MWe) en VD2
- PEN1 (1300 MWe) en VD3

Confirmée par des expertises métallographiques

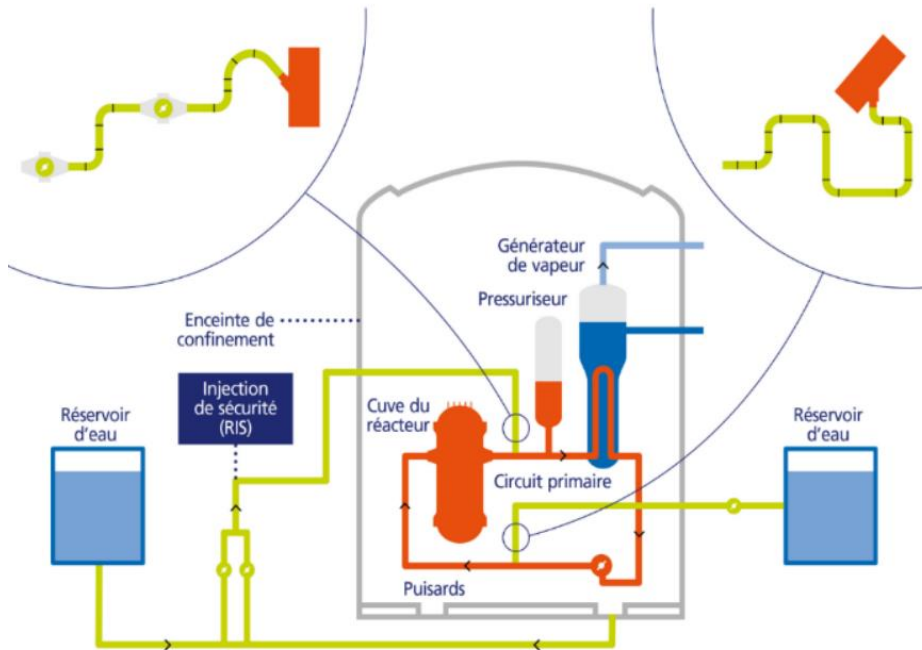
**Mécanisme:** fissuration sous l'effet d'interactions complexes (matériau, environnement, sollicitation mécanique)



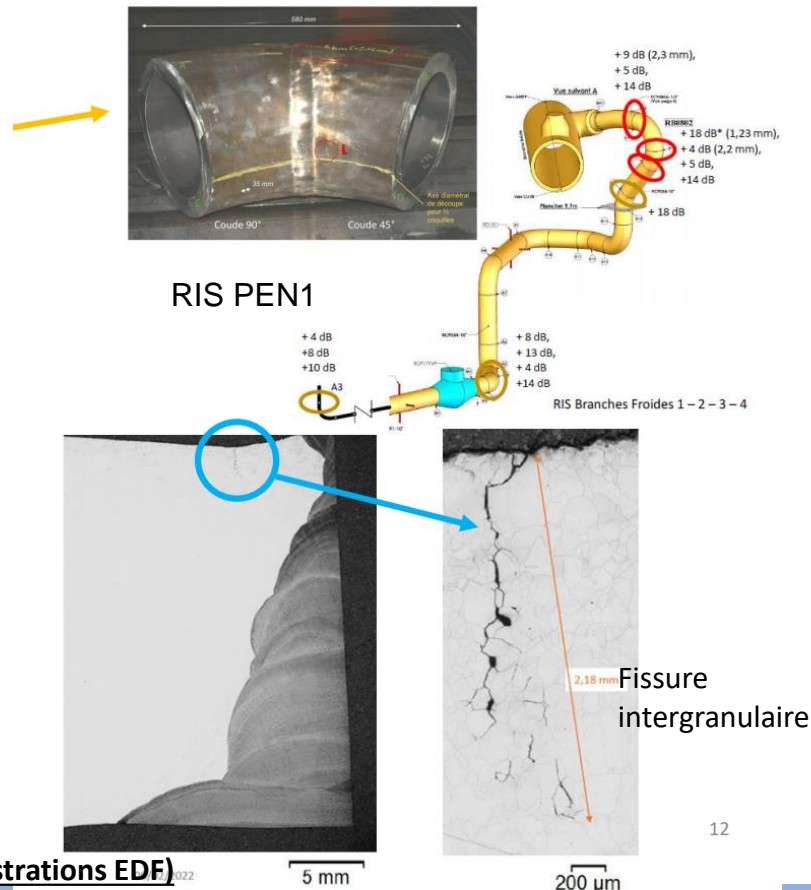
# Corrosion sous contrainte (CSC) des circuits auxiliaires du CPP

## Composant :

- circuits d'injection de sécurité (RIS)\*
- circuits de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA)



\* Le circuit RIS a pour fonction d'injecter de l'eau à forte concentration en bore en cas de baisse de pression anormale du circuit primaire. Cette injection « de sécurité » est destinée à refroidir le cœur et à maîtriser sa réactivité, notamment en cas de brèche sur le circuit primaire.



(Illustrations EDF)

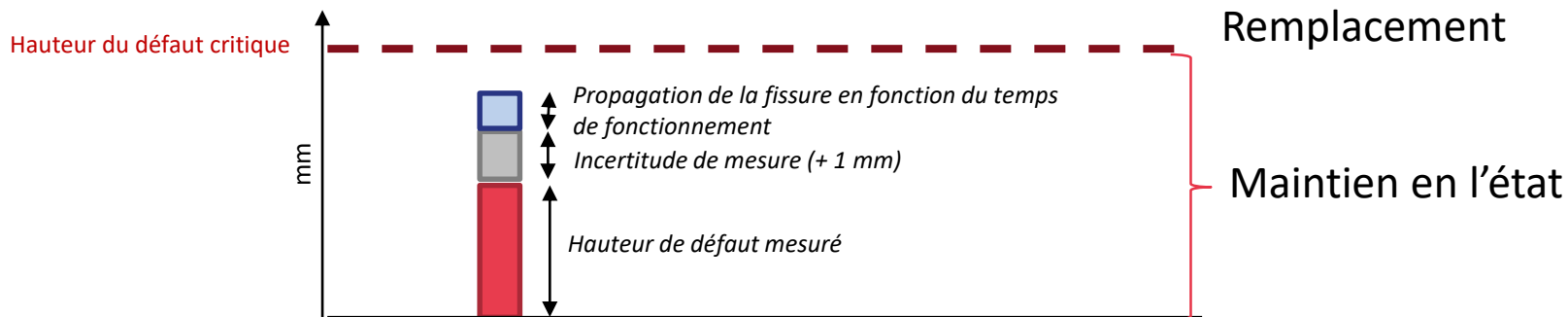
## Corrosion sous contrainte (CSC) des circuits auxiliaires du CPP

### La surveillance:

- EDF s'est engagé à réaliser un état des lieux du risque de fissuration par CSC des lignes RIS et RRA pour l'ensemble de ses 56 réacteurs en exploitation à l'échéance de fin 2025

### La maintenance

- Comparaison du défaut mesuré au « défaut critique ». La hauteur du défaut critique est celle au-dessus de laquelle l'intégrité de la tuyauterie n'est plus garantie (critère de nocivité)



Situation garantissant l'intégrité de la tuyauterie sur la durée de fonctionnement retenue

## Corrosion sous contrainte (CSC) - Avis IRSN

**AVIS IRSN N° 2022-00066 du 1<sup>er</sup> avril 2022** : EDF – REP – Corrosion sous contrainte des tuyauteries auxiliaires du circuit primaire principal Analyse des procédés d'examen ultrasonore « optimisés ».

**AVIS IRSN N° 2022-00131 du 28 juin 2022** : EDF - REP - Soudures des circuits auxiliaires du circuit primaire principal affectées par la corrosion sous contrainte - Analyse du risque de rupture brutale.

**AVIS IRSN N° 2022-00138 du 6 juillet 2022** : EDF – REP – Tous paliers – Mesures mises en œuvre sur le parc en exploitation à la suite de la détection de fissures de corrosion sous contrainte sur des tuyauteries auxiliaires du circuit primaire principal.

**AVIS IRSN N° 2022-00156 du 21 juillet 2022** : EDF – REP – Palier 1300 MWe – Fissures de corrosion sous contraintes détectées sur les tuyauteries auxiliaires en acier inoxydable austénitique du CPP – Analyse de sûreté des conséquences associées à l'écart.

**AVIS IRSN N° 2022-00189 du 14 septembre 2022** : EDF – REP – Soudures des circuits auxiliaires du circuit primaire principal affectées par la corrosion sous contrainte – Analyse des causes : volet chimie des fluides.

**AVIS IRSN N° 2022-00203 du 26 octobre 2022** : EDF – REP – Centrale nucléaire de Cattenom – Réacteur N° 1 – INB 124 Soudures des circuits auxiliaires du circuit primaire principal affectées par la corrosion sous contrainte – Examen des dossiers de traitement d'écart.

**AVIS IRSN N° 2023-00067 du 12 mai 2023** : EDF – REP – Corrosion sous contrainte des lignes auxiliaires du circuit primaire principal – Expertise des volets mécanique, cinétique et examens non destructifs.

MERCI



# ANNEXES

# Illustration d'une FAV

	DIRECTION PRODUCTION INGENIERIE	<b>Maîtrise du vieillissement</b>
--	---------------------------------	-----------------------------------

<b>FICHE D'ANALYSE DE VIEILLISSEMENT</b>		N° Fiche :	<b>000-00-00</b>
		Indice :	<b>A</b>
		Date :	<b>jj/mm/aa</b>
		Référence base de connaissance :	

DIN	Rédacteur	Unité	Vérificateur	Unité
DPN	Rédacteur	Unité	Vérificateur	Unité
Palier(s) / Tranche(s)				
Composant / structure				
Element / zone				
Mécanisme		Acronyme	Mécanisme	

**Evolutions des trois derniers indices**

Cocher s'il y a changement de méthodologie  
Cocher ici s'il y a évolution des données amont

Indice	Date	Motif du changement d'indice	Modifications apportées
+2	jj/mm/aaaa		
+1	jj/mm/aaaa		
1	jj/mm/aaaa		

**SSC**

**Mécanisme de vieillissement**

Couple

Grille d'analyse	Réponse / Justification / Commentaire	Références
Classement sûreté		
Description du mécanisme envisagé / dommages associés		
Hypothèse de durée de vie de conception réglementaire		
Mécanisme avéré / REX / dommage(s) avéré(s)	<b>mécanisme</b>	
Adaptation ou adaptabilité des dispositions courantes de conduite ou de maintenance (y compris la prise en compte de l'obsolescence)	<b>maintenance</b>	
Difficulté de réparation (y compris liée à l'obsolescence)	<b>dispositions de réparation</b>	
Difficulté de remplacement (y compris liée à l'obsolescence)	<b>dispositions de remplacement</b>	
<b>Statut</b>	<b>Justification</b>	
Suite à donner		

**Statut**

**Références**

Programme de base de maintenance préventive (PBMP)  
Doctrines de maintenance  
REX, études

## Définition des statuts

STATUT	Mécanisme de vieillissement avéré			Mécanisme de vieillissement potentiel		
	Adaptées	Adaptables	Difficilement adaptables	Adaptées	Adaptables	Difficilement adaptables
Dispositions d'exploitation et de maintenance						
Réparation <u>et</u> remplacement de difficulté "haute"	2	2	2	0	1	2
Réparation <u>ou</u> remplacement de difficulté "moyenne" ou "faible"	0	1	2	0	1	1

- 0 . pas d'actions complémentaires à réaliser ;
- 1 . instruction complémentaire ;
- 2 . réalisation d'un dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation.