

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

# ORIENTATIONS VD4-900

## Maîtrise du vieillissement

**INSTRUCTION DU RÉEXAMEN DE SÛRETÉ VD4 900 PAR L'IRSN**  
Reproduction, divulgation ou communication interdite sans autorisation.  
Copyright IRSN.

**IRSN**

1/21

# MAÎTRISE DU VIEILLISSEMENT - HORS CPP - CSP

- **Souhait d'EDF d'étendre significativement la durée de fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans (2009)**
  
- **GP d'orientation sur l'extension de la DDF en janvier 2012**
  - 1 séance complète consacrée à la maîtrise du vieillissement
  
- **Objectif de l'instruction des orientations VD4-900**
  - Déterminer si les dispositions prévues par EDF sont suffisantes pour assurer la maîtrise du vieillissement et le maintien de la conformité au-delà des VD4

## ■ Trois processus opérationnels

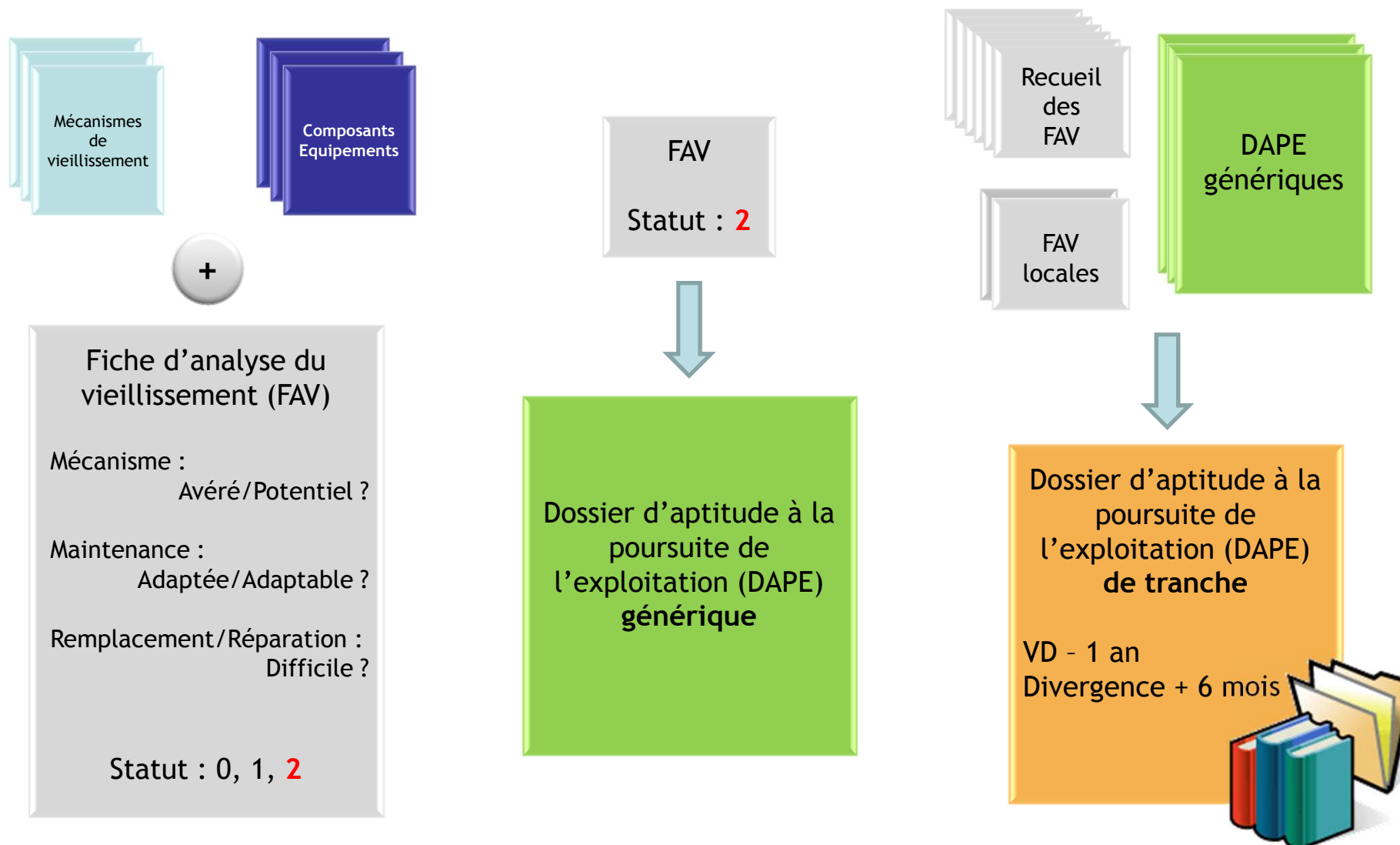
1. Maîtrise du vieillissement
2. Inspection en service et maintenance
3. Traitement de l'obsolescence

## ■ Maintien de la qualification : qualification progressive

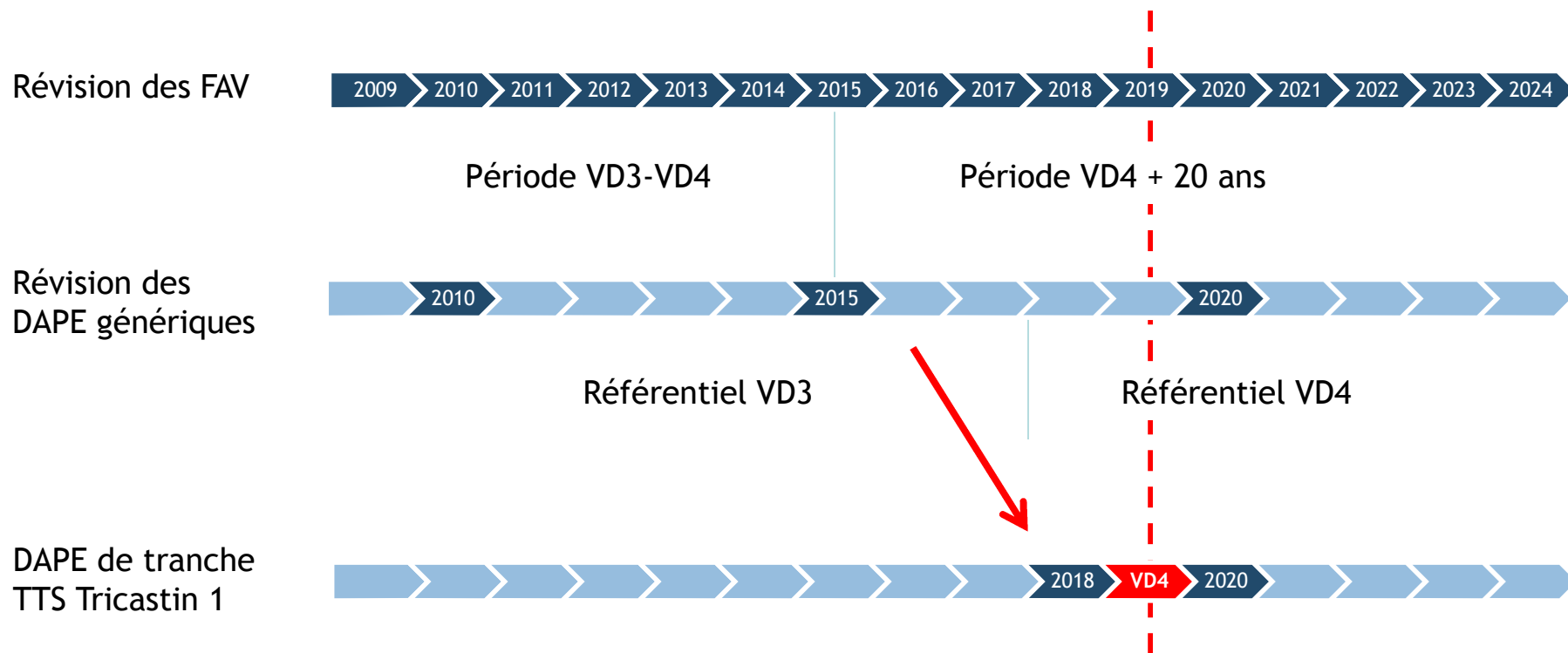
## ■ Cas particulier du CPP/CSP (cf. [présentation spécifique](#))

- Programme spécifique de mise à jour des Dossiers de référence réglementaires
- Instruit séparément et conclusions présentées en réunion du GP ESPN (juin 2015)

# PROCESSUS DE MAÎTRISE DU VIEILLISSEMENT (RECONDUIT)



# PROCESSUS DE MAÎTRISE DU VIEILLISSEMENT



## ■ Position d'EDF

- Reconduction du processus VD3 900 et VD3 1300
- Etape de **réconciliation** entre états VD3/VD4 (FAV + DAPE)  
06/2018
- Revue du processus  
10/2015

## ■ Conclusions de l'IRSN

- Nécessité d'anticiper l'étape de réconciliation qui arrivera tardivement dans le processus



La méthode d'analyse et de traitement des évolutions entre les référentiels VD3 et VD4 sera transmise en juin 2016

## ■ Critères d'aptitude à la poursuite de l'exploitation

- Notion d'aptitude au service introduite par EDF dans sa méthodologie

*« Maximum acceptable des conséquences d'un mécanisme de dégradation, pouvant être traduit en durée de vie prévisionnelle »*

- Lors du GP « Orientation DDF » du janvier 2012

*« Le Groupe permanent recommande qu'EDF poursuive et complète sa réflexion sur les critères d'aptitude à la poursuite de l'exploitation afin qu'ils encadrent l'ensemble des paramètres contribuant à l'endommagement des composants et structures faisant l'objet d'un dossier d'aptitude à la poursuite de l'exploitation, et identifie les éléments issus des programmes de R&D qui participeront à l'établissement de ces critères »*



# PROCESSUS DE MAÎTRISE DU VIEILLISSEMENT

Critères d'aptitude à la poursuite de l'exploitation introduits dans une rubrique spécifique des prochains DAPE génériques (juin 2016)

Autres composants : critères d'aptitude à la poursuite d'exploitation progressivement introduits dans les FAV (2016-2018)

# PROCESSUS D'INSPECTION EN SERVICE ET DE MAINTENANCE : MAINTENANCE EXCEPTIONNELLE

## ■ Position d'EDF

- DOR : Présentation étendue des programmes de maintenance exceptionnelle en VD4 et au-delà
  - rénovation
  - réparation
  - remplacement

## ■ Conclusion de l'IRSN

- Évaluation des besoins de maintenance exceptionnelle menée, de façon générique, en amont des VD4 sur une large gamme de matériels, ce qui est satisfaisant
- Demeurent des incertitudes, pas de garantie d'exhaustivité
- Adopter une démarche systématique

# PROCESSUS D'INSPECTION EN SERVICE ET DE MAINTENANCE : MAINTENANCE EXCEPTIONNELLE

En se reposant sur l'intégration des critères d'aptitude à la poursuite de l'exploitation aux FAV et DAPE, les CNPE se positionneront dans les DAPE de tranche, sur la nécessité d'engager des actions complémentaires éventuelles – notamment la maintenance exceptionnelle – nécessaires à la maîtrise du vieillissement pendant la période décennale suivant la VD4.

# PROCESSUS D'INSPECTION EN SERVICE ET DE MAINTENANCE : CAS DES ENCEINTES DE CONFINEMENT

## ■ Position d'EDF

- **Mécanismes** : retrait, fluage, réactions de gonflement (RAG, RSI), corrosion des armatures, des câbles de précontrainte et du revêtement
- **Suivi continu** au moyen du dispositif d'auscultation + épreuve enceinte
- **Maintenance** en fonctionnement, en arrêt et lors des épreuves
- **Axes de travail** :
  - END pour recherche des défauts initiateurs de fuite
  - Surveillance de la RSI
  - Recherche des causes d'augmentation du taux de fuite Bugey 3 et 5

## ■ Conclusion de l'IRSN

- Position satisfaisante
- **END au stade du développement** : dans l'attente, maintenir la surveillance exercée dans le cadre de la maintenance
- **Cas particulier de CRUAS** : programme de maintenance spécifique pour les appuis parasismiques de l'îlot nucléaire

# PROCESSUS DE TRAITEMENT DE L'OBSOLESCENCE

## ■ Position d'EDF

- **OVCC** : concentré sur les systèmes centralisés  
Résultats consolidés dans une note *Modernisation de l'architecture du contrôle-commande de l'îlot nucléaire en VD4 900 : principes de conception et de robustesse*
- **Composants électriques programmés (CEP)** en substitution des matériels analogiques indisponibles

## ■ Conclusion de l'IRSN

- OVCC sera à compléter pour les systèmes dédiés/décentralisés EIPS
- S'assurer que chaque CEP utilisé sur le palier 900 MWe au-delà de la VD4 pour réaliser des fonctions de sauvegarde aura fait l'objet d'une procédure de qualification fonctionnelle renforcée telle que définie dans le RCC-E

# MAINTIEN DE LA QUALIFICATION

## ■ Position de l'ASN (courrier du 28 juin 2013)

- L'ASN considère *comme acceptable, dans son principe, l'établissement d'une démarche de qualification progressive par famille d'équipements, fondée sur les résultats d'essais sur prélèvement ou d'expertises ciblées d'équipements*

## ■ Analyse de l'IRSN

- **Enjeu** : Disposer des éléments de démonstration garantissant le maintien de l'état qualifié des équipements (échancier compatible avec TTS VD4)

## ■ Position d'EDF

- **Matériels mécaniques** : CPY (12/2017), CP0 (07/2018) avec un échancier détaillé en décembre 2015
- **Equipements électriques difficilement remplaçables** (câbles K1, K3, traversées électriques, contrôle commande) : Cf. DAPE (06/2016)
- **Equipements électriques remplaçables** (matériels AG, K1, K2 et K3 ambiance) Cf. NSQP et NSQ

# CONCLUSION

Les dispositions prévues par EDF, au stade de l'orientation du réexamen VD4 900, pour assurer la **maîtrise du vieillissement** et ainsi **maintenir la conformité** des installations concernées jusqu'au prochain réexamen, sont **globalement satisfaisantes**

# CIRCUIT PRIMAIRE PRINCIPAL ET CIRCUITS SECONDAIRES PRINCIPAUX



- Prolongation du fonctionnement au-delà de VD4
- 2019 : VD4 de Tricastin 1
- GPRO : 1<sup>er</sup> et 2 avril 2015 ⇒ sûreté
- GPO ESPN : 10 juin 2015 ⇒ CPP et CSP
- Un calendrier serré pour EDF qui doit fournir les dossiers garantissant la sûreté des installations...
  - ... et pour l'ASN et l'IRSN qui doit se prononcer sur les travaux engagés.

## Mécanismes de vieillissement/dégradation étudiés par EDF

- vieillissement sous irradiation
  - vieillissement thermique
  - corrosion sous contrainte (sans irradiation)
  - corrosion-érosion des aciers non ou faiblement alliés
- Caractéristiques impactées:
    - ténacité (KIC, J) et la résilience (KV)
    - température de transition fragile/ductile (RTNDT)
    - loi de comportement ( $\sigma = f(\epsilon)$ )
    - épaisseurs des composants



**Majorité des données disponibles  
Mise à jour annuelle**

## ■ Contexte

- Fatigue : endommagement d'un matériau suite à des sollicitations répétées
- Évolution des documents de référence à l'international

## ■ Deux modifications majeures proposées à la codification par EDF

- Redéfinition des courbes de conception au regard des essais les plus récents
- Prise en compte des effets de l'environnement (eau borée chaude)

- Mécanique - effet WPS
  - En cours de codification - vigilance sur les marges lors de l'application
- Thermohydraulique - évolution des coefficients d'échange
  - Résultat transmis à l'ASN
- Thermohydraulique - outils de calcul thermohydraulique
  - Développement de CATHARE - modèle choc froid
- Matériaux - correction de longueur
  - Déjà proposé pour dossier cuve VD3-1300 MWe
- Mécanique - approche probabiliste
  - Complément au dossier déterministe

- Analyse de l'impact du référentiel EPR
- Conditions de fonctionnement supplémentaires
  - ❖ 31 conditions de fonctionnement supplémentaires non traitées sur le parc
    - Situations de fonctionnement pertinentes à déterminer
    - Études de tenue mécanique complémentaires nécessaires
- Délai opérateur (délai d'intervention de l'opérateur retenu dans les études incidentelles et accidentelles)
  - ❖ allongé de 20 à 30 minutes
    - Quel impact sur la tenue mécanique des appareils ?
    - Effet falaise ?