



# DISPOSITIONS DE PROTECTION CONTRE LES AGRESSIONS

Réunion de dialogue technique sur le quatrième réexamen périodique du palier 900 MWe

S. SALVATORES (DIPDE/Design Authority)

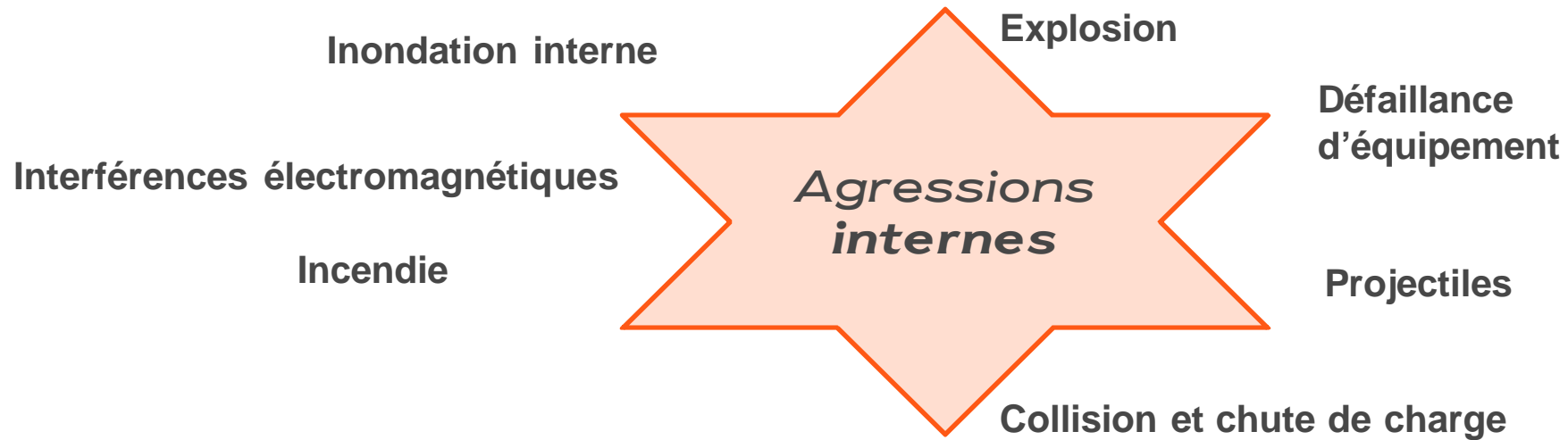
*Ce document est la propriété d'EDF - Il ne peut être diffusé sans l'autorisation d'EDF*



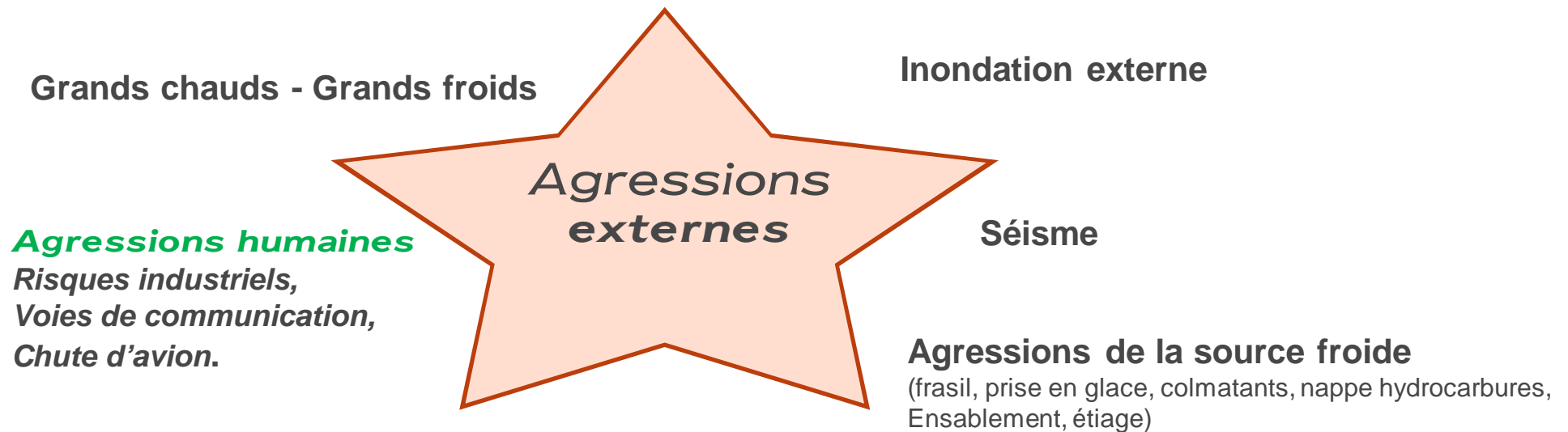
# SOMMAIRE

- 1. RAPPEL : LES AGRESSIONS PRISES EN COMPTE**
- 2. ILLUSTRATIONS DE DISPOSITIONS DE PROTECTION**
  - 2.1 GRANDS CHAUDS
  - 2.2 INONDATION EXTERNE
  - 2.3 PROJECTILES GRANDS VENTS
- 3. DÉPLOIEMENT SUR LES INSTALLATIONS**
- 4. SYNTHÈSE**

# 1. RAPPEL : LES AGRESSIONS PRISES EN COMPTE



Projectiles Générés par Grands Vents  
Tornade - Neige - Foudre



## 2. ILLUSTRATIONS DE DISPOSITIONS

- **Grands Chauds**
- **Inondation**
- **Projectiles Grands Vents**

## 2.1 GRANDS CHAUDS : LE RÉFÉRENTIEL

- **L'agression « Grands Chauds » couvre les conséquences des températures élevées de l'air et de l'eau sur la sûreté des installations**
- **Le référentiel « Grands Chauds » régit les règles et la démonstration de sûreté dans ce domaine. Il introduit 2 niveaux de température :**
  - Pour les conditions de dimensionnement : la notion de T° longue durée
  - Pour les conditions d'agression canicule : un régime de variation journalière courte durée pour la T° air ; une T° exceptionnelle pour la source froide
- **Il fixe par ailleurs des scénarios pour lesquels les matériels doivent rester robustes, en distinguant :**
  - un volet air :
    - ✓ des études thermiques permettent de déterminer les T° atteintes dans les locaux pour chaque scénario étudié
    - ✓ la T° atteinte est comparée à la T° max admissible par chacun des matériels nécessaires à la gestion du scénario
    - ✓ En cas de dépassement, une modification (documentaire de type consigne de conduite, ou matérielle) est étudiée
  - un volet eau :
    - ✓ les T° d'eau sont utilisées pour vérifier la capacité de la chaîne RRI/SEC à évacuer la puissance résiduelle et à refroidir les utilisateurs, en prenant en compte notamment son encrassement
- **Une veille climatique est réalisée tous les 5 ans pour vérifier que les températures prises en compte dans les études thermiques sont supérieures aux températures prévisionnelles dans les 30 années à venir (extrapolation des températures observées sur au moins les 30 années passées)**

## 2.1 GRANDS CHAUDS : PRINCIPALES MODIFICATIONS

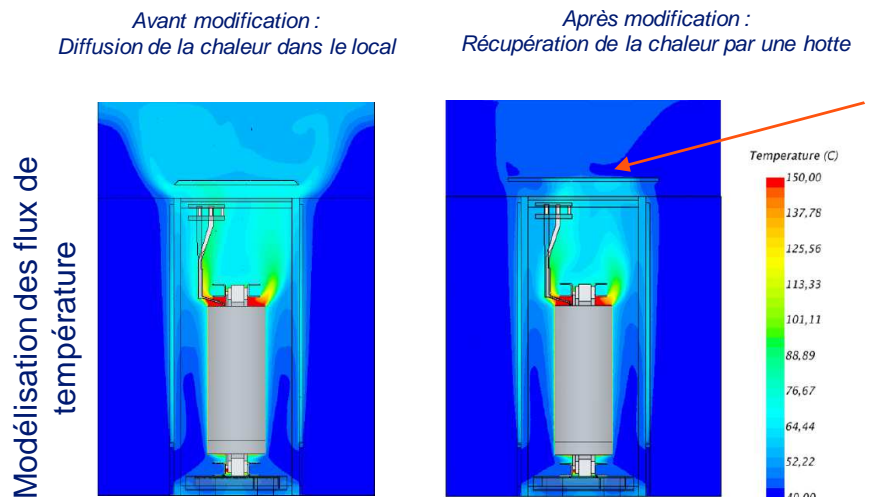
- **Climatisation de locaux sensibles (locaux électriques, station de pompage, diesels) vis-à-vis des températures réévaluées**
- **Ventilations des matériels de distribution électrique (cf. slide suivant)**
- **Secours électrique et renfort sismique de circuits de ventilation existants (afin de pouvoir les valoriser dans la démonstration de sûreté)**
- **Renforcement des alimentations électriques (transformateurs, tableaux, ...) rendu nécessaire par les modifications précédentes**
- **Suivi automatique de l'encrassement des échangeurs RRI/SEC**



## 2.1: GRANDS CHAUDS : ILLUSTRATIONS

### Ajout de systèmes de ventilation de matériels de distribution électrique dans certains bâtiments :

- L'objectif de cette modification est d'évacuer la chaleur produite par les matériels électriques vers l'extérieur des locaux pour éviter de les surchauffer.
- Elle consiste en l'installation de hottes au-dessus de 15 transformateurs, et d'un nouveau réseau de gaines ventilation pour évacuer la chaleur de ces matériels.
- 20 semaines de travaux par réacteur.



Hotte installée au-dessus du transformateur et raccordement au réseau de gaine de ventilation



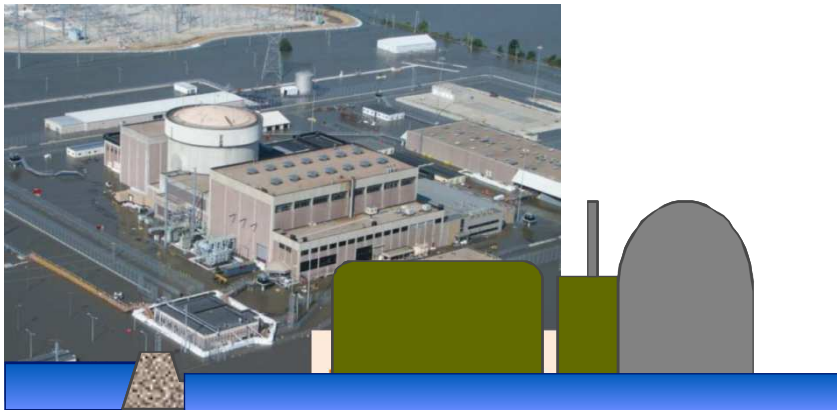
La chaleur produite par les transformateurs électriques est évacuée par les nouvelles gaines de ventilation et ne reste pas dans les locaux

## 2.2 INONDATION EXTERNE : PHÉNOMÈNES EXAMINÉS

### 2 Catégories d'initiateurs

#### Débordement de la source froide utilisée pour le refroidissement des réacteurs

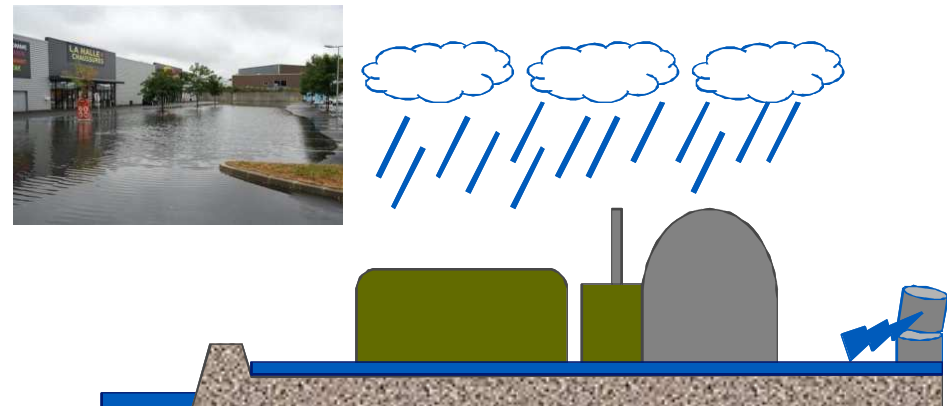
- Grande ampleur (volumes « infinis »)
- Longue durée pour les crues fluviales
- Phénomènes prédictibles (sauf rupture digues)



- Crues fluviales + clapot levé par le vent
- Ruptures de barrages de retenue amont
- Rupture ou inétanchéité des digues de canaux
- Submersion marine (forte marée + surcote + vagues)

#### Déversement direct sur Plateforme usine

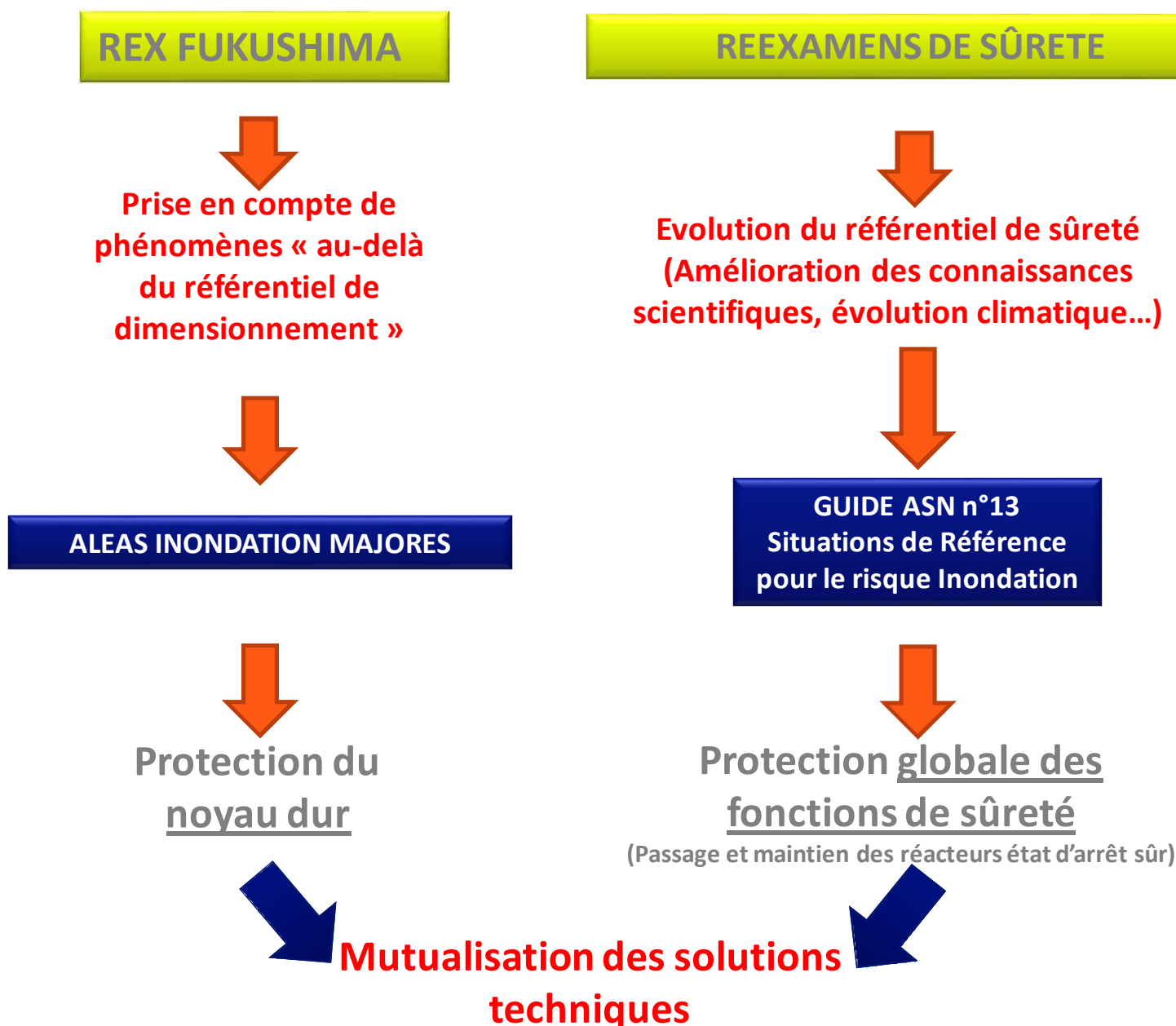
- Ampleur limitée
- Courte durée
- Phénomènes non prédictibles



- Ruine de réservoirs sous séisme
- Ruptures de tuyauteries non classées (circuit de refroidissement principal du condenseur)
- Pluies de Forte Intensité (orage)



## 2.2 INONDATION EXTERNE : EVOLUTION DES EXIGENCES



## 2.2 INONDATION EXTERNE : ILLUSTRATIONS (1/2)

Création de protections à l'entrée des bâtiments importants pour la sûreté pour les protéger contre les pluies de très forte intensité ou la rupture de réservoirs d'eau en cas de séisme. Ces protections ont été installées entre 2015 et 2017 en réponses aux prescriptions techniques ASN suite à Fukushima.



Rehausses de seuils et installation de batardeaux amovibles

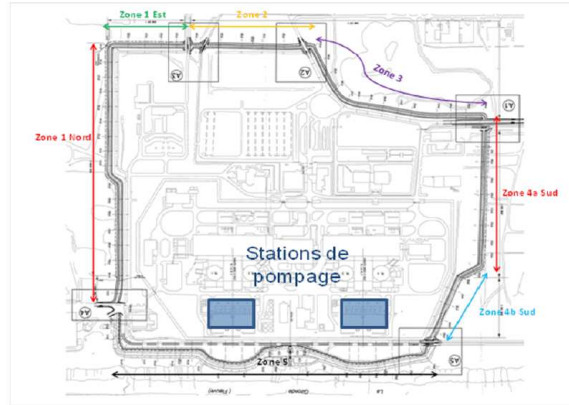


Batardeaux amovibles automatiques (mise en place automatique du fait du poids de l'eau arrivant sur la plateforme)

## 2.2 INONDATION EXTERNE : ILLUSTRATIONS (2/2)

### Rehausse des protections périphériques autour du site de Blayais

- Rehausse de plus de 1 m de la digue autour du site sur environ 2 km de périphérie.
- Travaux avant la première VD4 du site.



Zone	Longueur	Etat
1 N	700 m	Digue existante
1 E	160 m	Digue existante
2 E	260 m	Digue existante
3 E	525 m	Digue existante
4a S	370 m	Digue existante
4b S	225 m	Digue existante

### Rehausse des protections périphériques autour du site de Gravelines

- Réhausse de plus d'1m de la protection existante sur 1 km ; création d'une protection sur 1,6 km; ajout de protections sur certains accès routiers.
- Travaux avant la première VD4 du site.



Zone	Longueur	Etat
A+B	1050 m	A réhausser
C	240 m	A créer
E	790 m	A créer
F	620 m	A créer

## 2.3 PROJECTILES GRANDS VENTS

- **Grands vents : études des effets sur les matériels et systèmes des projectiles mis en mouvement par le vent**
- **Les cibles : matériels importants pour la sûreté, matériels nécessaires à la gestion du MDTE ou à la gestion de la perte de la source froide**
- **Projectiles :**
  - Automobile roulant à 3 m/s,
  - Planche bois de 50 Kg volant à toutes les altitudes
  - Tôle 60 Kg volant à toutes altitudes
- **Les vitesses de vent sont issues des normes (Neige et Vent)**

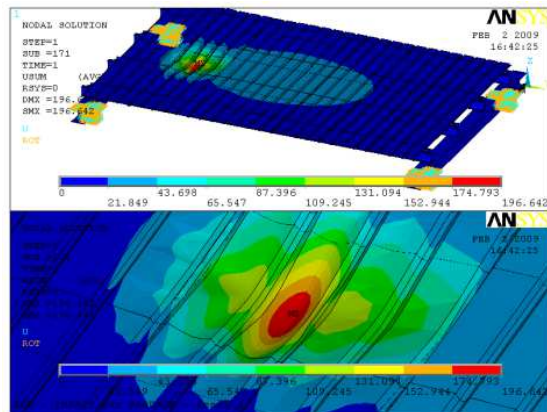
## 2.3 PROTECTIONS GRANDS VENTS



Protection des stations de pompage et de la station de déminéralisation de certains sites

*Essai de qualification des protections anti-projectiles « grands vents »*

*Grille anti projectiles générés par les grands vents qui sera installée en VD4 sur certaines bouches d'aération*



*Simulations numériques des impacts de projectiles « grands vents » sur les protections*

*Exemple de localisation des grilles à protéger*



# 3. DÉPLOIEMENT SUR LES INSTALLATIONS

## ■ **Volumétrie des travaux :**

- Facteur 4 entre le volume des travaux VD4 et le volume des travaux VD3
- Les modifications prévues pour répondre au volet réévaluation pour les agressions représentent environ 20% du volume de travaux du quatrième réexamen périodique

## ■ **Plus globalement, au vu du volume de travaux, planification en différentes phases :**

- Phase Tranche en Marche : 18 mois en amont des arrêts VD4 avec trois fois le volume standard d'activités
- Phase A : arrêts VD4 (plus de 100 jours d'arrêt)
- Phase B : 4 ans après la visite décennale en visite partielle (de l'ordre de 40 jours d'arrêt)

## ■ **Objectif du phasage :**

- Sécuriser la réalisation des travaux en qualité et avec les ressources compétentes nécessaires
- Permettre la formation de l'exploitant aux nouvelles dispositions
- Assurer la production d'énergie pour le réseau national

## ■ **Principes :**

- Phase A :
  - Travaux requis par la réglementation et les référentiels du dimensionnement
  - Volet « mitigation des accidents avec fusion du cœur » du Noyau Dur
- Phase B :
  - Dispositions additionnelles pour positionner les tranches vis-à-vis des préconisations internationales (WENRA) ou issues de la vérification du ND
  - Volet « prévention de la fusion du cœur » du Noyau Dur

### 3. DÉPLOIEMENT : CALENDRIER VD/VP



Légende:

- CPO - Phase A
- CPO - Phase B
- CPY - Phase A
- CPY - Phase B

\* Les VP de Phase B sont programmées > 4 ans après VD. Reprogrammation nécessaire à 4 ans après VD



# SYNTHÈSE

- **La conception des réacteurs nucléaires intègre un certain nombre d'agressions à la conception**
- **Le parc nucléaire français fait l'objet depuis son démarrage d'un processus d'amélioration de la sûreté qui intègre :**
  - ✓ Le REX événementiel
  - ✓ Le progrès des techniques et connaissances des phénomènes physiques
  - ✓ Extension de la couverture des agressions à considérer dans la démonstration de sûreté
- **Les améliorations sont intégrées à un rythme adapté aux enjeux notamment des enseignements du REX et dans tous les cas un réexamen périodique est mené tous les 10 ans**
- **Les réexamens prévoient une réévaluation des agressions (vérification des niveaux, situations à prendre en compte, règles d'études)**
  - ✓ Les agressions constituent un volet important du réexamen périodique tant sur le plan des installations que de l'exploitation
  - ✓ Le déploiement de ces travaux sera fait en plusieurs phases afin d'intégrer les évolutions de design et de conduite de manière industrielle et maîtrisée