



# Orientations génériques proposées par EDF pour les VD4-900 MWe

Stefano SALVATORES  
Chef de la Design Authority du Parc en  
Fonctionnement

03/10/16 - Valence



# SOMMAIRE

## 1. L'AMÉLIORATION DE LA SÛRETÉ DU PARC EN EXPLOITATION

## 2. LES ORIENTATIONS GÉNÉRIQUES PROPOSÉES POUR LE 4<sup>ÈMES</sup> RÉEXAMEN DU PALIER 900 MWE

### 2.1 LA VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ

### 2.2 LES SPÉCIFICITÉS DE CETTE RÉÉVALUATION DE SÛRETÉ

## 3. EN SYNTHÈSE

# 1.

## L'amélioration de la sûreté du parc en fonctionnement

# UNE DÉMARCHE D'AMÉLIORATION ANCRÉE SUR LE PARC

- EDF met en œuvre **une démarche d'amélioration de la sûreté des réacteurs nucléaires en exploitation depuis la mise en service du parc nucléaire français**
- **Cette approche repose sur la prise en compte :**
  - des enseignements tirés du retour d'expérience français et étranger ;
  - des résultats de la R&D et des avancées permises par l'amélioration des connaissances et des technologies ;
  - des adaptations et évolutions nécessaires pour répondre à des objectifs de sûreté plus ambitieux ou des exigences de sûreté renforcées
  - l'amélioration des organisations et le retour d'expérience des femmes et des hommes travaillant au quotidien sur les centrales nucléaires



# LA MISE EN ŒUVRE DU RÉEXAMEN PÉRIODIQUE

- **Le réexamen périodique comporte 2 volets :**
  1. **La vérification de la conformité** qui comprend :
    - L'examen de conformité de tranche qui s'accompagne de nombreux contrôles sur les tranches
    - Un programme d'investigation complémentaire
    - La maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence
  2. **La réévaluation de sûreté**
- **Le maintien du haut niveau de sûreté ainsi acquis se fait au travers de programmes de maintenance et renouvellement des matériels menés au fil de l'eau par EDF**



# AMÉLIORATIONS RÉALISÉES AU FIL DES PRÉCÉDENTS RÉEXAMENS

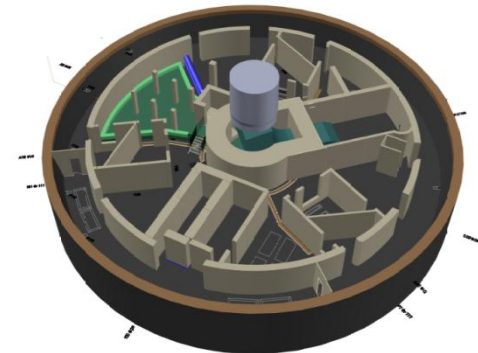
## ▪ Deuxièmes visites décennales :

- Etudes vis-à-vis des agressions climatiques : Grands Froids, Inondation Interne
- Conduite en situations incidentelles complexes (Approche Par Etat physique de la chaudière)
- Renforcement des installations vis-à-vis du risque incendie
- Mise en place de recombineurs d'hydrogène vis-à-vis de situations hypothétiques d'accident avec fusion du cœur



## ▪ Troisièmes visites décennales :

- Mise en place de protections contre les risques d'explosions internes et grands vents
- Au-delà des dispositions de conception, mise en place de protections matérielles et de conduite vis-à-vis de risques de vidange de la piscine d'entreposage du combustible usé
- Dispositions vis-à-vis des accidents avec fusion du cœur
- Réévaluation sismique et renforcements associés (Génie Civil, supportages)
- Epaisseur du radier de Fessenheim





# AMÉLIORATIONS RÉALISÉES AU TITRE DU REX ÉVÉNEMENTIEL NATIONAL ET INTERNATIONAL

- **Three Miles Island** : mise en place d'un dispositif de dépressurisation et de filtration de l'enceinte en situation hypothétique d'accident avec fusion du cœur
- **Tchernobyl** : protection contre les accidents de réactivité (dilutions), renforcement de la culture sûreté
- **REX Blayais** : renforcement de la protection des installations contre les inondations externes
- **Episodes caniculaires en France** : Modifications « Grands Chauds »
- **Fukushima** : mise en place de la force d'Action Rapide Nucléaire (achevée fin 2015) + ajout de moyens supplémentaires en électricité et en eau (ex : groupe électrogène de secours)



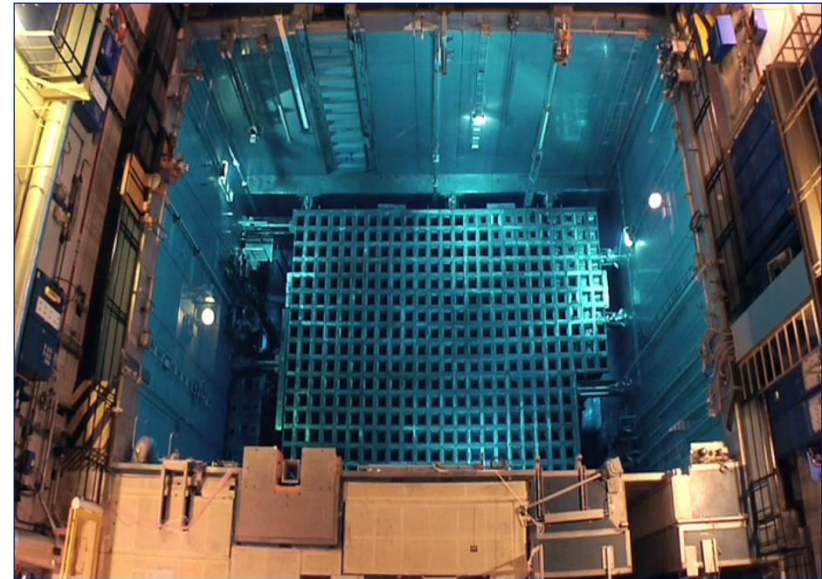
# 2.

## Les orientations génériques proposées pour le 4<sup>ème</sup> réexamen du palier 900 MWe



# L'AMBITION DE SÛRETÉ ET LES THÈMES ASSOCIÉS

- **L'orientation de sûreté retenue par EDF fait suite à la demande ASN de juin 2013 de tendre vers les objectifs de sûreté fixés pour les réacteurs de 3ème génération (ex : EPR-FLA3)**
- **Ce réexamen périodique comprend 4 grands thèmes spécifiques :**
  - Piscine d'entreposage du combustible usé
  - Accidents sans fusion du cœur
  - Accidents avec fusion du cœur
  - Agressions

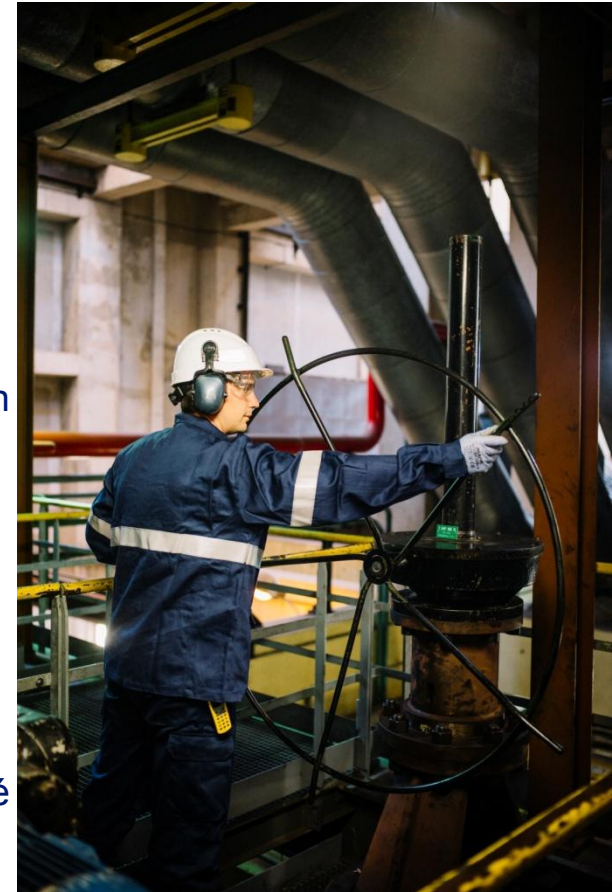


# 2.1

## La vérification de la conformité

# LE VOLET CONFORMITÉ

- **Contrôles ciblés à partir du retour d'expérience concernant :**
  - le génie civil
  - les matériels pour la maîtrise de rejets en fonctionnement normal
  - les dispositifs de protection contre la foudre
  - les tuyauteries et supportages
  - les systèmes pour le confinement et la ventilation des locaux
  - les matériels de protection contre les risques d'incendie et d'explosion
- **Suite au Groupe Permanent Orientations (« GPO »), compléments sur :**
  - les dispositifs contre les risques d'inondation interne et externe
  - les moyens locaux de crise
  - les galeries et tuyauteries du circuit de l'eau brute (source froide)
  - les composants relatifs à la piscine d'entreposage du combustible usé ainsi qu'au secours en cas de défaillances post-accidentelles



# L'APTITUDE AU SERVICE DES ÉQUIPEMENTS ET DES OUVRAGES

## 3 processus pour la garantir dans la durée :

1. **Inspection en service et de maintenance**, depuis l'origine
  2. **Maîtrise du vieillissement** des systèmes, structures et composants, à partir des 3<sup>es</sup> visites décennales du 900 MWe
  3. **Maîtrise de l'obsolescence des composants**, depuis 2003
- **Ces processus font l'objet d'une démarche d'amélioration continue, intégrant l'analyse du REX national et international**
  - **Ils s'appuient sur une participation active d'EDF à de la R&D nationale et internationale ainsi que des expérimentations (ex : comportement des enceintes sur la maquette « VERCORS »)**
  - **L'ensemble des compétences sont intégrées de l'amont vers l'aval : EDF/R&D, Ingénieries nationales et les sites.**



# 2 CAS DE FIGURE POUR GARANTIR CETTE APTITUDE

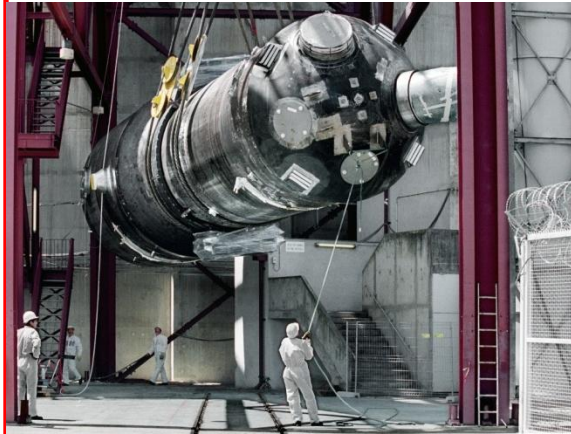
- **Les matériels non remplaçables :**  
démonstration de leur aptitude à assurer leur fonction dans la perspective de la durée de fonctionnement des réacteurs. Concerne la cuve du réacteur et l'enceinte de confinement
- **Les matériels remplaçables :**  
justification de leur tenue en service ou remplacement / rénovation lorsque le pronostic ne permet pas d'aller au réexamen après la quatrième visite décennale





# LA TENUE DES MATÉRIELS, ZOOM SUR LES COMPOSANTS REMPLAÇABLES

## Remplacement des GV



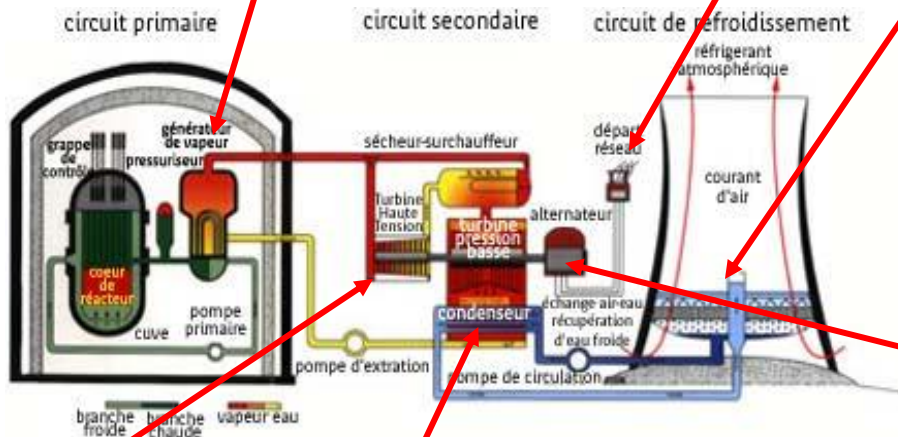
Remplacement des transformateurs de soutirage et poste d'évacuation d'énergie

Remplacement du packing des aéroréfrigérants

Modernisation du Contrôle Commande

## Alternateur

1. Rénovation Rotor
2. Remplacement Stator



Rénovation des corps basse pression turbine

## Condenseur : Rénovation

1. Système de nettoyage
2. Faisceaux tubulaires de certaines tranches



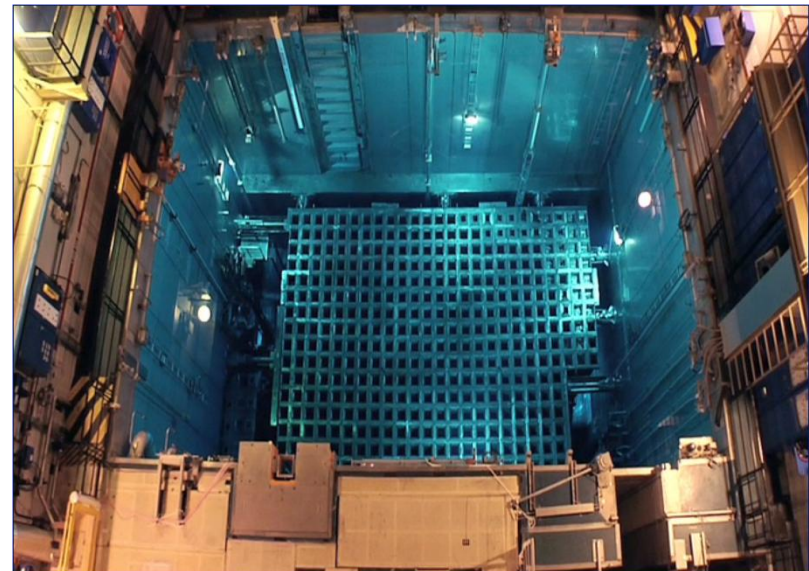
# 2.2

## Programme du 4<sup>ème</sup> réexamen 900



# POUR LA PISCINE D'ENTREPOSAGE DU COMBUSTIBLE USÉ

- **Renforcement des dispositions du maintien de l'inventaire en eau de la piscine d'entreposage du combustible usé**
- **Protection vis-à-vis des agressions**
- **Moyen supplémentaire mobile pour le refroidissement de la piscine**
- **Vérification de la tenue des piscines vis-à-vis de situations d'agressions extrêmes (noyau dur post Fukushima)**
- **Suite au GPO, vérification de la suffisance des contrôles effectués sur les piscines d'entreposage du combustible usé.**



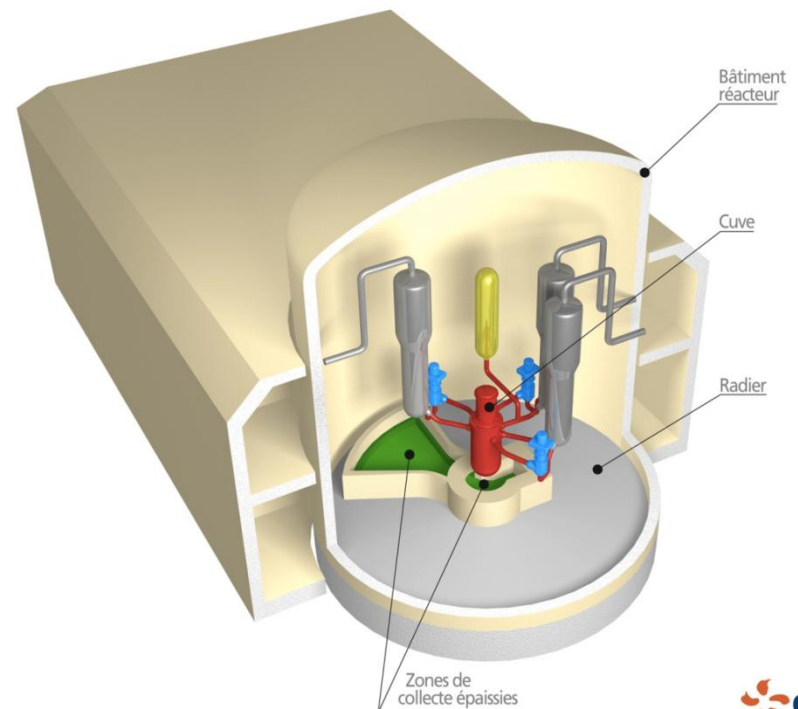
# POUR LES ACCIDENTS SANS FUSION DU CŒUR

- Recherche d'améliorations pour tendre vers des niveaux de conséquences radiologiques en cas d'accident inférieurs aux seuils de mise en œuvre des dispositions d'urgence de protection des populations
- Transposition des situations accidentelles étudiées à la conception d'EPR-FA3 et non prises en compte sur les réacteurs 900 MWe pour apprécier la robustesse des installations et en tirer, le cas échéant des améliorations



# POUR LES ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR

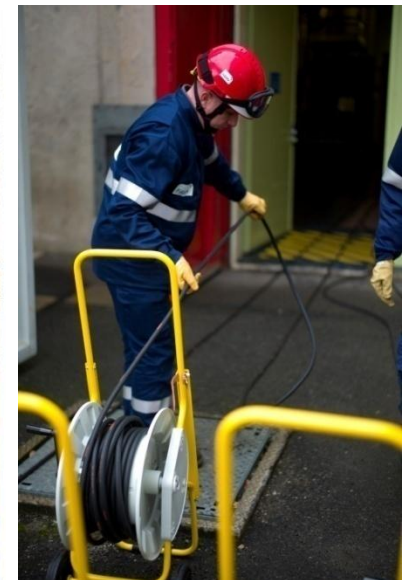
- **De nombreuses améliorations ont déjà été apportées au fil des réexamens périodiques précédents et du REX événementiel (ex: Mise en place de recombineurs H2 passifs dans le BR)**
- **2 axes de travail en VD4 900 :**
  - diminution du risque de la percée du radier du Bâtiment Réacteur
  - évacuation de la puissance résiduelle du combustible sans ouverture de l'enceinte
- L'ASN a souligné « l'importance de ces améliorations qui doivent permettre de rapprocher le niveau de sûreté des réacteurs de 900 MWe de celui qui est prévu pour l'EPR » et demande la poursuite des travaux sur le sujet en 2017





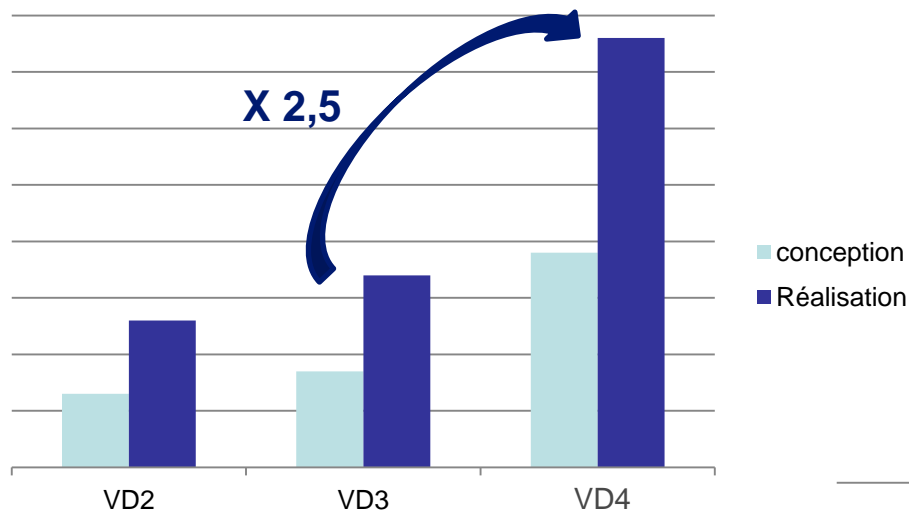
# POUR LES AGRESSIONS INTERNES ET EXTERNES

- **Intégration explicite de nouvelles agressions dans la démonstration de sûreté suite à l'entrée en vigueur de l'arrêté INB (ex : Tornade, Interférence Electromagnétique)**
- **Intégration du retour d'expérience (colmatages de la source froide en 2009 à Cruas) et veille climatique**
- **Comparaison du niveau de fréquence des aléas climatiques considérés aux préconisations internationales (« WENRA »)**
- **Sensibilités visant à peser la robustesse des installations vis-à-vis de défaillances ou délais d'intervention supplémentaires aggravant les scénarios d'études**
- **Renforcement des installations vis-à-vis de situations induites par des agressions au-delà du dimensionnement (« Noyau Dur »)**

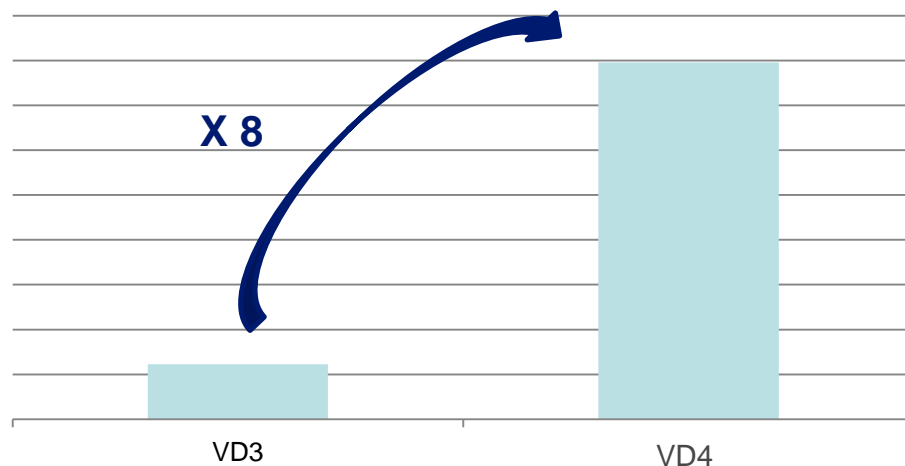


# DES INVESTISSEMENTS HUMAINS ET FINANCIERS IMPORTANTS

## Ingénierie



## Achats



# CALENDRIER VD4 900 - TRICASTIN

- **Les études et les dossiers de réalisation de travaux sont calés sur un début de VD au 1<sup>er</sup> semestre 2019 sur le réacteur de Tricastin 1**
- **Des travaux Tranche en Marche débuteront 1 an avant (implantation pompes, raccordement câbles,...)**
- **La demande d'autorisation des modifications et l'envoi du Rapport de Sûreté et des règles générales d'exploitation associées seront effectués à l'automne 2017**
- **Pour l'ensemble des autres tranches du palier 900 Mwe, le déploiement des travaux se poursuivra sur une période de 10 ans avec en période de pointe 5 à 6 visites décennales / an**



# 3.

## En synthèse



# LE PROGRAMME DU 4<sup>ÈME</sup> RÉ-EXAMEN 900 : UN IMPORTANT STEP DE SÛRETÉ SUR LE PARC NUCLÉAIRE EN FONCTIONNEMENT (1/2)

- Ce programme permettra l'atteinte d'un **haut niveau de sûreté**, proche des exigences des nouveaux **réacteurs de type EPR-FLA3**
- Les orientations proposées par EDF ont fait l'objet d'une instruction avec **l'IRSN** au cours de laquelle **EDF** a décidé de prendre des actions pour compléter son programme de travail puis un débat en **Groupe permanent d'experts** et enfin une lettre de position **ASN**, assortie de demandes complémentaires



# LE PROGRAMME DU 4<sup>ÈME</sup> RÉ-EXAMEN 900 : UN IMPORTANT STEP DE SÛRETÉ SUR LE PARC NUCLÉAIRE EN FONCTIONNEMENT (2/2)

- Ces fortes ambitions s'accompagnent d'un investissement humain et financier très notable, intégrant notamment le programme post Fukushima
- Les améliorations seront étudiées et mises en œuvre suivant une démarche :
  - proportionnée aux enjeux de sûreté et de protection de l'environnement
  - dans des conditions économiquement acceptables avec une analyse intégrant coûts et bénéfice sûreté



# QU'APPORTE AU PROCESSUS DE RÉEXAMEN PÉRIODIQUE UNE SOCIÉTÉ QUI S'IMPLIQUE ?\*

- Un processus de réexamen périodique connu (mieux connu ?),
  - \* avec ses enjeux et ses deux composantes : l'examen de conformité (vérification du respect des règles) et la ré-évaluation de sûreté (améliorer le niveau de sûreté au regard des nouvelles connaissances et du retour d'expérience),
  - \* avec les mécanismes associés d'instruction, de consultation du public, de décision, ainsi que les responsabilités de chacun des acteurs.
- Un questionnement complémentaire, un enrichissement de l'expertise
- Un intérêt (renouvelé) de la société pour les grands ouvrages industriels

**Objectifs/Résultats : information - compréhension - appropriation -  
crédibilité des acteurs - transparence, ... confiance**

\*Sur la base notamment du retour d'expérience de l'implication des CLI dans les RP GRA et FES.