

DIPDE_DE-EM

**PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR
LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE
PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE
LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE**

Référence : D455616017362

Indice : A

Nb de pages : 63

Résultat de publication



NOTE D'ETUDE

DIPDE_DE-EM

**PRESENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSEES PAR EDF
POUR LE REEXAMEN DE SURETE DES CENTRALES NUCLEAIRES
DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE
EFFECTUEE A L'OCCASION DE LEUR QUATRIEME VISITE DECENNALE**

Référence : D455616017362

Indice : A

Nb de pages : 23

Résumé : Cette note contient le dossier mis en ligne sur le site d'EDF le temps de la consultation ASN du public sur le projet de courrier ASN sur les orientations du réexamen de sûreté des quatrième visites décennales du palier 900 MWe qui s'est déroulée du 26/01/16 au 16/02/16. En annexe, sont également fournis les exposés effectués par EDF le 08/02/16 en réunion d'information ANCCLI, HCTSIN.

Applicabilité : Parc en fonctionnement

Affaire :

Projet(s) : VD4 900

Référence technique :

Rédaction	Contrôle	Approbation	Visa final (*)
22.04.2016	26.04.2016	27.04.2016	
(*) La présence de cet icône atteste que le document a été approuvé par un circuit de signature électronique			

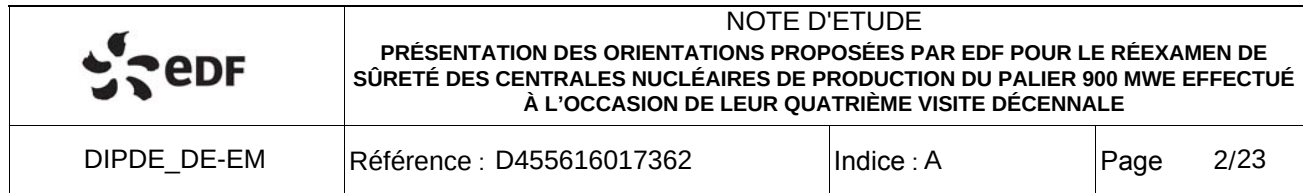
**DIVISION DE L'INGENIERIE DU PARC, DE LA
DECONSTRUCTION ET DE L'ENVIRONNEMENT** 140, AVENUE VITON
13401 MARSEILLE CEDEX 20

Téléphone : 04.91.74.88.00
Télécopie : -

www.edf.fr

EDF – SA au capital de 924 433 331 euros –
552 081 317 R.C.S Paris

Le groupe EDF est certifié ISO 14 001



Vérification indépendante :NON	Auprès de (Nom/Société) :
--------------------------------	---------------------------

<i>INDICE</i>	<i>MODIFICATIONS</i>
A	Création du document

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 3/23

ORGANIGRAMME DE CLASSEMENT DE LA NOTE

Première étape : DEFINITION DU CLASSEMENT AIP* OU NON AIP DE L'ELABORATION DE LA NOTE

Condition 1

L'activité concerne directement une fonction ou un élément identifié comme EIP et peut avoir un impact sur la démonstration de protection des intérêts, ou l'activité ne concerne pas directement une fonction ou un EIP, mais peut avoir un impact indirect sur le maintien d'une fonction d'un EIP (ex. séisme événement, incendie,...)

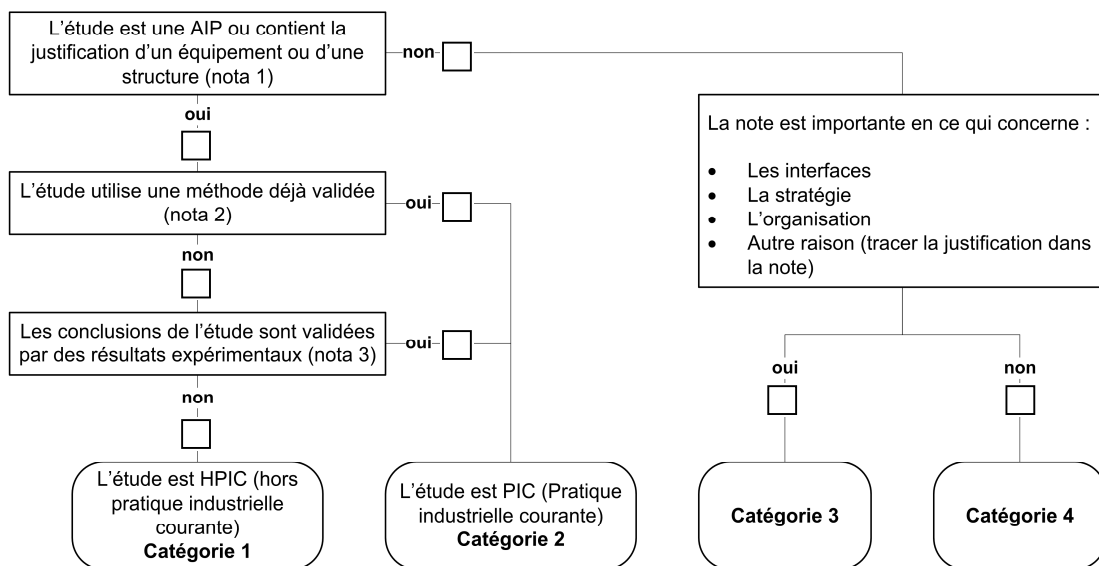
Condition 2

Une erreur liée à cette activité peut conduire, sans possibilité de rattrapage par une activité aval, au non respect de la démonstration de protection des intérêts.

L'élaboration du document constitue une **AIP** (Activité Importante pour la Protection des intérêts)

L'activité n'est pas une AIP
S'il s'agit d'une note d'étude, tracer la justification (nota 4)

Deuxième étape : DEFINITION DE LA CATEGORIE DE LA NOTE



Nota 1 :

- Justification des performances fonctionnelles ou de la résistance d'une structure,
- Justification du comportement sous sollicitations (par exemple en situation accidentelle),
- Énoncé de règles de conception ou d'installation,
- ... et par extension, énoncé de règles d'exploitation.

Nota 2 :

- Méthode déjà utilisée dans une étude traitant du même domaine technique et faisant l'objet d'une note d'étude approuvée.
 - Méthodologie faisant l'objet d'une note approuvée.
- Si la note fait l'objet de calculs, ceux-ci doivent faire appel à un code validé.

Nota 3 :

- Ces résultats doivent faire l'objet d'une note d'étude ou d'un compte rendu d'essais approuvé.
- Le retour d'expérience d'exploitation est un résultat expérimental.

Nota 4 :

La décision correspondant à l'application de la condition 2 doit être justifiée et tracée. En particulier, si l'application des exigences AIP* est reportée sur une activité aval, celle-ci doit être précisément identifiée et la justification tracée.

*AIP : Activité Importante pour la Protection des intérêts

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 4/23

SOMMAIRE

0. INTRODUCTION	7
1. OBJECTIFS PROPOSES PAR EDF POUR LA VD4 900.....	7
2. VOLET « CONFORMITE DES INSTALLATIONS » DU REEXAMEN	8
2.1. PROGRAMME ECOT VD4-900	8
2.2. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC).....	9
2.3. MAITRISE DU VIEILLISSEMENT ET DE L'OBSOLESCENCE	9
3. VOLET « REEVALUATION DE LA SURETE » ET AMELIORATIONS ASSOCIEES	10
3.1. ENTREPOSAGE ET MANUTENTION SOUS EAU DU COMBUSTIBLE EN PISCINE DE DESACTIVATION	10
3.2. ETUDES DES ACCIDENTS SANS FUSION DU CŒUR ET CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES ASSOCIEES	11
3.3. EVALUATION DU COMPORTEMENT DES REACTEURS 900 MWE VIS-A-VIS DES SITUATIONS EPR FLAMANVILLE 3	12
3.4. MITIGATION DES ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR.....	12
3.5. AMELIORATION DE LA PRISE EN COMPTE DES AGRESSIONS INTERNES ET EXTERNES.....	13
3.6. RISQUES « NON RADIOLOGIQUES »	20
3.7. ESSAIS DECENNAUX :	20
3.8. PRISE EN COMPTE DES FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS	20
4. CONCLUSIONS	21

ANNEXE : PRESENTATIONS EDF DE LA REUNION DU 08/02/16

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 5/23

Synthèse

(Note d'information)

EDF met en œuvre une démarche d'amélioration continue de la sûreté des réacteurs nucléaires français en fonctionnement depuis qu'ils ont été mis en service. Cette démarche repose sur la prise en compte :

- des enseignements tirés du retour d'expérience français et étranger ;
- des résultats de la recherche et développement ainsi que des avancées permises par l'amélioration des connaissances et des technologies ;
- des adaptations et évolutions nécessaires pour répondre aux évolutions réglementaires et à des objectifs accrus en matière de sûreté et de protection de l'environnement.

Les réexamens de sûreté font partie intégrante de cette démarche qui s'est traduite par un déploiement au fil du temps de modifications des centrales et des consignes de conduite des installations pour augmenter le niveau de sûreté du parc nucléaire français. Cette démarche prend également en compte l'amélioration continue des organisations et le retour d'expérience des hommes et des femmes travaillant au quotidien sur les centrales nucléaires.

Pour les centrales du palier 900 MWe, EDF propose pour le réexamen de sûreté lié aux quatrièmes visites décennales de tendre vers les objectifs de sûreté des centrales nucléaires de technologie la plus avancée (« génération 3 ») de type EPR-Flamanville 3 et ce, conformément à la demande de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN).

Cette proposition se traduit par des objectifs de sûreté permettant de renforcer la robustesse des installations nucléaires et visant à :

- éviter le recours à des mesures de protection des populations (prise préventive de comprimés d'iode, mise à l'abri, évacuation) en cas d'accident sans fusion du cœur du réacteur ;
- obtenir un niveau de risque de fusion du cœur résiduel de même ordre de grandeur que la cible visée par les réacteurs de génération 3 ;
- diminuer les risques de rejets radiologiques précoces ou importants en cas d'accident avec fusion du cœur du réacteur afin d'éradiquer le risque d'effets durables dans l'environnement ;
- rendre résiduel le risque de découverture des assemblages entreposés sous eau dans la piscine du bâtiment combustible utilisé
- éviter, en situation d'aléa extrême, des rejets importants et de conséquences radiologiques durables dans l'espace et dans le temps. La réponse à cet objectif est apportée par la mise en place d'un ensemble de moyens de conception et de résilience (notamment le Noyau Dur et la Force d'Action Rapide Nucléaire – « FARN ») robustes à des agressions extrêmes ayant un niveau de plausibilité aussi bas que possible et répondant aux objectifs de réduction des risques énoncés ci-dessus.

L'investissement humain et financier associé à ces ambitions est important et est mené par EDF suivant une démarche proportionnée aux enjeux de sûreté et de protection de l'environnement et à des conditions économiquement acceptables.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 6/23

Le programme particulièrement important proposé par EDF en VD4 900 est documenté par le Dossier d'Orientations de Réexamen (« DOR ») et mis à disposition sur le site d'EDF. Suite à l'analyse du DOR par l'Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire à la demande de l'ASN, et à échanges en réunion du Groupe permanent d'experts des réacteurs, EDF a complété ses propositions comme exposé dans le document de présentation des orientations génériques pour le réexamen des quatrièmes visites décennales du palier 900 MWe, également mis en ligne sur le site d'EDF.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 7/23

0. INTRODUCTION

EDF met en œuvre une démarche d'amélioration continue de la sûreté des réacteurs nucléaires en exploitation depuis la mise en service du parc nucléaire français.

La démarche 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.

Les réexamens de sûreté concourent à l'amélioration continue de la sûreté nucléaire. Conformément à l'article L. 593-18 du code de l'environnement, ils sont réalisés tous les 10 ans afin « *d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1, en tenant compte notamment de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires* ».

Les réexamens de sûreté comprennent 2 volets :

- La vérification de la conformité des installations aux exigences de sûreté applicables en entrée de réexamen
- La réévaluation de la sûreté suivant des objectifs ambitieux et des exigences renforcées

Le processus de réexamen de sûreté décennal débute par une phase préparatoire qui a pour objectif de balayer les différents thèmes à retenir. En fin de phase préparatoire EDF remet à l'ASN un Dossier d'Orientations du Réexamen (« DOR » - cf. glossaire en fin de document) qui décrit le programme de travail et les documents d'études qui seront soumis à l'instruction par l'ASN avec le concours de son appui technique l'IRSN.

Sur cette base, le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs, saisi par l'ASN, a examiné le contenu du programme proposé par EDF lors des séances des 1^{er} et 2 avril 2015, consacrées aux « Orientations du réexamen de sûreté associé aux quatrièmes visites décennales des réacteurs du palier 900 MWe » (« GPO » dans la suite du document).

L'objet du présent document est de présenter les orientations du réexamen de sûreté VD4 900 proposées par EDF, basées sur le DOR complété des engagements pris par EDF dans le cadre de l'instruction du GPO menée par l'IRSN.

1. OBJECTIFS PROPOSES PAR EDF POUR LA VD4 900

Dans le cadre du processus d'amélioration continue de la sûreté dont bénéficie le parc nucléaire depuis sa mise en service, EDF a retenu comme orientation générale de sûreté des VD4-900 de tendre vers les objectifs de sûreté fixés pour les réacteurs de 3^{ème} génération dont le réacteur de référence EDF est l'EPR-FLAMANVILLE 3, conformément à la demande ASN du courrier du 28 juin 2013.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 8/23

Cette ambition se traduit par les objectifs thématiques de sûreté suivants :

- pour les accidents de dimensionnement : viser à éviter la mise en œuvre de mesures de protection des populations (prise de comprimés d'iode, mise à l'abri, évacuation) ;
- pour les agressions internes et externes à prendre en compte au titre du dimensionnement : ramener et maintenir en état sûr le réacteur pour des niveaux d'aléas réévalués à l'occasion du réexamen et intégrer les agressions dans l'évaluation du risque global de fusion du cœur (cible tendant vers celle des nouveaux réacteurs) ;
- pour les accidents avec fusion du cœur : tendre à des mesures de protection des populations limitées dans l'espace et dans le temps. Cet objectif se traduit par la diminution des risques de rejets précoces ou importants qui conduiraient à des effets durables dans l'environnement y compris à la suite d'agressions d'origine naturelle, en évitant notamment la dépressurisation de l'enceinte et en stabilisant le corium sur le radier du bâtiment réacteur,
- pour les situations accidentelles associées à la piscine d'entreposage du combustible usé : rendre résiduel le risque de découverture des assemblages stockés en piscine.

2. VOLET « CONFORMITE DES INSTALLATIONS » DU REEXAMEN

Au-delà du processus continu de traitement des écarts de conformité qui sont identifiés au fil du temps, EDF met en œuvre à l'occasion des réexamens de sûreté d'importants moyens de vérification de la conformité des installations avec pour objectif premier de garantir en amont des visites décennales proprement dites la conformité des tranches au référentiel des exigences applicables. De ce point de vue, la mise en œuvre de programmes de démonstration de conformité des installations à l'occasion des VD2 et VD3 900 constituent des facteurs favorables à la maîtrise de l'état des installations.

La vérification et le maintien dans le temps de la conformité des installations repose sur plusieurs processus :

- l'examen de conformité des tranches (ECOT) qui complète les dispositions d'exploitation et de maintenance existantes (Essais Périodiques, Programmes de Maintenance) par la réalisation de contrôles physiques et/ou documentaires ;
- le Programme d'Inspections Complémentaires (PIC) dont l'objectif est de conforter les hypothèses sur l'absence de dégradations apparues en service dans des zones non couvertes par les Programmes de Base de Maintenance Préventive (PBMP) ou par des programmes particuliers de maintenance ;
- la maîtrise du vieillissement et de l'obsolescence des composants de l'installation.

2.1. PROGRAMME ECOT VD4-900

Le processus ECOT prévoit :

- ◇ qu'en cas de détection d'un écart de conformité lors d'un contrôle ECOT, l'écart sera corrigé au mieux avant le redémarrage suite à la VD et au plus tard dans le délai limite évalué selon la nocivité de l'écart, conformément au guide n° 21 de l'ASN sur ce sujet ;
- ◇ qu'en fonction de la typologie et du nombre d'écarts constatés, la pertinence d'étendre le périmètre de l'ECOT ou d'accélérer le programme de contrôle sur le palier, voire sur l'ensemble du parc en exploitation, soit analysée.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 9/23

Les contrôles menés lors de l'examen de conformité sont ciblés sur la protection des intérêts (définis à l'article L.593-1 du code de l'environnement) à partir des éléments de retour d'expérience des autres réexamens de sûreté, des évolutions des niveaux d'exigences des éventuels écarts de conformité. Les thèmes proposés par EDF en VD4 900 sont : le génie civil, les principaux matériels utilisés en fonctionnement normal pour la maîtrise des rejets radioactifs liquides et gazeux (organes de confinement), la qualification des matériels aux conditions accidentelles, la foudre, la spécificité de conception des matériels de sauvegarde, les tuyauteries, la tenue au séisme des supportages et des ancrages, le confinement et la ventilation, l'incendie et l'explosion.

A l'issue du GPO, trois thèmes complémentaires ont été ajoutés : l'inondation interne et l'inondation externe et les moyens locaux de crise. Un complément au thème « génie civil » a aussi été apporté sur les galeries et tuyauteries d'alimentation du circuit d'eau brute secourue.

2.2. PROGRAMME D'INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES (PIC)

La démarche relative au PIC consiste à analyser l'adéquation entre la maintenance réalisée et la connaissance des modes de dégradation en service identifiés. Cette analyse s'appuie notamment sur l'analyse des fiches d'analyse du vieillissement (FAV), le retour d'expérience du PIC précédent et le retour d'expérience international.

A l'issue de l'instruction menée dans le cadre du GPO, les analyses associées au PIC seront étendues aux structures et composants contribuant aux risques liées à la sûreté de l'entreposage en piscine de désactivation, aux rejets vers l'environnement ainsi qu'au risque de défaillance de circuits assurant une mission post-accidentelle.

2.3. MAITRISE DU VIEILLISSEMENT ET DE L'OBSOLESCENCE

D'une manière générale, le programme industriel d'EDF pour exploiter les centrales nucléaires après 40 ans consiste, pour le volet vieillissement et obsolescence des composants, à :

- ◇ démontrer l'aptitude des matériels à assurer leur fonction jusqu'à 60 ans ;
- ◇ procéder soit à leur remplacement soit à leur rénovation lorsque le pronostic de fin de vie est inférieur à 60 ans.

La démarche de maîtrise du vieillissement des installations s'appuie sur trois processus opérationnels pérennes :

- ◇ le processus de maîtrise du vieillissement des composants mis en œuvre à partir des VD3 et poursuivi en VD4 ;
- ◇ le processus d'inspection en service et de maintenance qui prend en compte l'hypothèse de la poursuite de l'exploitation des tranches jusqu'à VD4 + 20 ans ;
- ◇ le processus de traitement de l'obsolescence des matériels et pièces de rechange.

La perspective de 60 ans prise en compte a pour objectif d'avoir une vision anticipative pour assurer la sûreté des installations dans les 10 ans qui suivront les VD4. Elle ne préempte en rien une demande de prolongation de fonctionnement à cet horizon de temps, la démarche de maîtrise du vieillissement étant reprise tous les 10 ans à l'occasion des examens de sûreté décennaux.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 10/23

A l'issue de l'instruction menée dans le cadre du GPO, la démarche sera complétée par un programme de contrôle pour les tuyauteries enterrées, le renforcement d'actions relatives au programme de maintenance exceptionnelle des groupes électrogènes de secours compte tenu du retour d'expérience acquis sur le parc des centrales nucléaires, une synthèse sur les risques d'obsolescence des systèmes de contrôle-commande dédiés et la mise à jour des dossiers de qualification des pompes et de la robinetterie pour une durée de vie de 60 ans.

Enfin, afin de conforter le dossier de tenue en service des cuves du palier 900 MWe significativement après 40 ans, EDF a décidé de mettre en œuvre à partir de la VD4 900 une solution matérielle permettant de réduire significativement le flux neutronique reçu par la cuve afin de la préserver ultérieurement vis-à-vis de l'effet de ce flux. Cette solution consiste à introduire des grappes fixes absorbantes constituées de barreaux de hafnium dans les assemblages combustible situés face aux secteurs de la cuve les plus exposés au flux de neutrons.

3. VOLET « REEVALUATION DE LA SURETE » ET AMELIORATIONS ASSOCIEES

3.1. ENTREPOSAGE ET MANUTENTION SOUS EAU DU COMBUSTIBLE EN PISCINE DE DESACTIVATION

Dans le cadre du réexamen de sûreté de la VD4 900, la sûreté du combustible entreposé a été réexaminée avec pour objectif de renforcer la prévention et la mitigation d'une baisse du niveau d'eau dans la piscine susceptible d'entraîner le découvrement des assemblages entreposés en piscine de désactivation. Deux familles de scénarios sont considérées : les vidanges et les pertes de refroidissement.

Les orientations retenues pour le réexamen de sûreté VD4 900 prévoient un renforcement très significatif de la sûreté pour les situations accidentelles du BK :

- ◇ la robustesse du maintien de l'inventaire en eau, notamment vis-à-vis de la prévention du risque de vidange accidentelle par la mise en place de moyens redondants de mitigation (vannes motorisées à l'aspiration du circuit de refroidissement PTR et clapets au refoulement PTR),
- ◇ la séparation physique des voies de refroidissement par des dispositifs pare-flamme des pompes PTR et un renforcement de la détection incendie,
- ◇ la diversification de la source froide et la capacité à récupérer le refroidissement en situation d'ébullition par la mise en place d'un moyen de refroidissement diversifié mobile.

Au-delà de ces dispositions, les actions EDF lancées dans le cadre du retour d'expérience post Fukushima prévoient la mise en place en VD4 900 d'un « noyau dur » permettant de gérer des situations extrêmes. Dans le programme d'améliorations, ceci se traduit par :

- ◇ une vérification de la robustesse sismique des piscines et des circuits connectés à ces piscines et les renforcements associés, le cas échéant,
- ◇ le renforcement de l'instrumentation du niveau de la piscine BK et la mise en place d'un Appoint Ultime d'eau permettant de réalimenter en eau la piscine BK en situations extrêmes,
- ◇ la mise en place d'un isolement automatique de certaines vannes situées sur les lignes de filtration de la piscine BR, secouru électriquement et dimensionné à un niveau de séisme Noyau Dur (SND),

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 11/23

- ◇ la mise en œuvre de dispositions matérielles, robustes au SND, complétées par des dispositions organisationnelles visant à faciliter la mise en position sûre d'un assemblage combustible en cours de manutention, en cas de perte des alimentations électriques.

Après instruction dans le cadre du GPO, EDF étudiera la suffisance des dispositions de surveillance en exploitation des composants qui contribuent à l'intégrité des piscines, et se positionnera sur l'intérêt de mettre en place des dispositifs d'aspersion des assemblages de combustible.

3.2. ETUDES DES ACCIDENTS SANS FUSION DU CŒUR ET CONSEQUENCES RADIOLOGIQUES ASSOCIEES

Approche déterministe

Le réexamen de sûreté VD4 900 s'accompagne de la mise à jour du Rapport de Sûreté. L'analyse des études d'accidents supports à la démonstration de sûreté a notamment conduit EDF à :

- ◇ privilégier la reprise d'études pour prendre en compte les évolutions intervenues depuis les troisièmes visites décennales des réacteurs 900 MWe ;
- ◇ intégrer aux études du Rapport de Sûreté l'état de l'art au niveau des connaissances.

Ceci s'est traduit par une reprise de la totalité des études d'accidents et de l'introduction d'une nouvelle méthodologie de calcul sur l'APRP (cf. glossaire) qui intègre les avancées en matière de modélisation des phénomènes physiques relatifs au combustible, notamment du comportement du combustible en fonction du taux de combustion et l'introduction dans les réacteurs de nouveaux matériaux de gainage du crayon combustible.

L'accident de RTGV (cf. glossaire) fait également l'objet, comme l'APRP, d'un programme de travail spécifique, compte tenu des enjeux radiologiques associés à cette situation, afin de tendre vers l'absence de mise en œuvre de mesures de protection de la population en se référant aux niveaux d'intervention de l'arrêté du 20 novembre 2009.

Dans le cadre de l'instruction du GPO, EDF a prévu également d'utiliser les données météorologiques représentatives de chaque site.

Approche probabiliste

EDF a développé une approche probabiliste en complément de l'approche de sûreté déterministe.

L'approche probabiliste a été centrée dans un premier temps sur les événements internes à la chaudière et a été étendue progressivement aux agressions depuis les derniers réexamens de sûreté. Ceci répond par ailleurs aux dispositions de l'article 3.3 de l'arrêté INB : « *La démonstration de sûreté nucléaire comporte en outre, sauf si l'exploitant démontre que ce n'est pas pertinent, des analyses probabilistes des accidents et de leurs conséquences* ».

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 12/23

Dans le cadre de la VD4 900, le périmètre des Etudes Probabilistes de Sûreté de niveau 1 (analyse des risques de fusion du cœur) et de niveau 2 (analyse du risque de rejets radioactifs en situation d'accident avec fusion du cœur) sera étendu aux agressions dans la limite de pertinence et de la faisabilité de telles études et des pratiques internationales en la matière. Les agressions pour lesquelles il est d'ores et déjà prévu le développement d'EPS ou d'approches probabilistes sont l'incendie, l'inondation interne, le séisme et l'explosion interne.

EDF utilisera ces études pour :

- ◇ identifier des améliorations de sûreté à étudier le cas échéant ;
- ◇ évaluer la sûreté de l'installation en sortie de réexamen, en regard de la cible prévue au §1.

3.3. EVALUATION DU COMPORTEMENT DES REACTEURS 900 MWE VIS-A-VIS DES SITUATIONS EPR FLAMANVILLE 3

Dans le cadre du programme de travail VD4 900, EDF a proposé une méthode de transposition aux réacteurs de 900 MWe des situations retenues pour la conception du réacteur FA3 EPR, afin d'examiner de potentielles améliorations à enjeu de sûreté à étudier pour le palier 900 MWe, dans des conditions industriellement et économiquement acceptables.

La démarche élaborée par EDF consiste à :

- ◇ Etape 1 : identifier des scénarios EPR FA3 à considérer.
- ◇ Etape 2 : étudier pour se prononcer sur le respect des critères de sûreté, en appliquant les règles d'études pénalisantes des accidents du domaine de dimensionnement.
- ◇ Etape 3 : apprécier, lorsque les critères ne sont pas respectés à l'étape 2, la capacité de l'installation à rejoindre un état sûr et s'y maintenir, avec un jeu des paramètres raisonnablement enveloppe.
- ◇ Etape 4 : réaliser, si des scénarios ne respectent pas les critères de sûreté à l'étape 3, une évaluation probabiliste du risque. Si cette analyse identifie un enjeu de sûreté avéré (risque non résiduel), alors des dispositions seront étudiées et mises en œuvre.

Dans le cadre du GPO, EDF complètera cette démarche en analysant à l'issue de l'étape 2, si des critères de sûreté ne sont pas respectés, les raisons de ces non-respects et en évaluera les enjeux de sûreté en s'appuyant sur les étapes 3 et 4.

3.4. MITIGATION DES ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR

Les nombreuses études menées par EDF concernant les risques d'accident avec fusion du cœur sur les réacteurs du parc en exploitation ont d'ores et déjà conduit à des améliorations notables par rapport à la conception initiale des installations (modifications matérielles et de conduite) qui ont contribué à réduire de façon significative la probabilité d'occurrence de ces situations hypothétiques et à en limiter les conséquences potentielles : à titre d'exemples, outre des dispositions de prévention, EDF a mis en place des dispositifs d'éventage et filtration de l'enceinte en situation hypothétique d'accident avec fusion du cœur, des recombineurs d'hydrogène dans le bâtiment réacteur, ainsi que des documents d'intervention pour la gestion de ces situations.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 13/23

Ces travaux se poursuivent dans le cadre du réexamen de sûreté VD4 900 avec l'objectif d'améliorer encore le confinement et de réduire la fréquence d'occurrence des scénarios susceptibles de conduire à des rejets importants et précoces.

Deux axes ont été retenus :

- ◇ la gestion de l'eau en cuve et dans le puits de cuve en situation hypothétique d'accident avec fusion du cœur, avec pour objectif de réduire le risque de percement de la cuve et de percement du radier du bâtiment réacteur,
- ◇ l'évacuation de la puissance résiduelle du combustible sans ouverture du dispositif d'éventage filtration de l'enceinte de confinement.

Dans sa lettre de suite au GPO, le GPR 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 le réacteur EPR* ».

3.5. AMELIORATION DE LA PRISE EN COMPTE DES AGRESSIONS INTERNES ET EXTERNES

La conception des tranches 900MWe intègre depuis l'origine la protection vis-à-vis des agressions internes ou externes plausibles. Cette exigence se traduit le plus souvent, par la limitation du risque de mode commun pour les systèmes nécessaires au repli et au maintien du réacteur en état sûr. Les réévaluations menées à l'occasion des visites décennales successives et notamment la prise en compte du retour d'expérience ont par la suite conduit à une amélioration permanente des modalités de prise en compte des différentes agressions et plus particulièrement celles liées aux conditions climatiques.

Dans le cadre du réexamen de sûreté VD4 900, EDF s'est fixé comme objectifs la révision des exigences de sûreté pour les études des agressions de référence :

- ◇ l'intégration de l'extension des exigences réglementaires introduite par l'arrêté INB et ses décisions associées, qui conduit à la création de nouveaux chapitres agressions dans le rapport de sûreté ;
- ◇ l'intégration du retour d'expérience acquis depuis le réexamen VD3 900 et la prise en compte des instructions avec l'ASN et l'IRSN sur les autres paliers (1300 et N4), des avis du Groupe permanent d'experts, ainsi que de la veille climatique ;
- ◇ la comparaison aux niveaux de référence internationaux WENRA. Dans le cadre des actions prises par EDF dans ce domaine, il est prévu un positionnement du parc existant vis-à-vis des « reference levels » WENRA pour les réacteurs existants.

Sur le plan de la doctrine générale (règles d'études des agressions), EDF va réaliser des études de sensibilité à la prise en compte d'une défaillance dans les études d'agressions et à une augmentation du délai d'intervention de l'opérateur de 1 heure en local.

La suite de cette partie passe en revue, agression par agression, le programme de travail proposé par EDF, intégrant les actions consécutives à l'instruction du GPO VD4-900 ainsi que les retombées de l'accident post Fukushima en termes de dispositions de robustesse des centrales nucléaires vis à vis des agressions extrêmes.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 14/23

Séisme

Le chargement sismique est pris en compte dans le dimensionnement et la vérification des installations nucléaires (génie-civil et matériels). La prise en compte de ce chargement permet d'assurer que la disponibilité ou l'opérabilité des fonctions de sûreté sera maintenue en cas d'événement sismique.

Le réexamen de sûreté VD4 900 prendra en compte la réévaluation du niveau d'aléa par l'application de la RFS 2001-01 (cf. glossaire) sur la base des dernières connaissances scientifiques ainsi que des enseignements du retour d'expérience sismique international (événement Kashiwazaki-Kariwa de 2007). Suivant le résultat de cette réévaluation portant sur les éléments importants pour la protection des intérêts avec un requis sismique, les renforcements nécessaires seront menés. Cette approche déterministe est complétée par une approche probabiliste basée sur le développement de modèles EPS, qui fournira une évaluation du risque donnant un éclairage complémentaire aux études déterministes de la robustesse de l'installation vis-à-vis du séisme.

Inondation externe

Dans le cadre du réexamen de sûreté VD4 900, EDF appliquera le guide ASN relatif à la protection des INB contre les inondations externes. Il est à noter qu'EDF va compléter sa démarche en prenant en compte le retour d'expérience d'événements climatiques et poursuivre ses études sur la caractérisation des pluies de forte intensité ainsi que sur les inondations externes potentiellement induites par un séisme (exemple : effacement d'ouvrages hydrauliques en amont de la centrale nucléaire).

A l'issue de l'instruction du GPO, EDF a prévu de compléter son programme de travail sur la justification de l'intégrité des joints inter-bâtiments de la Protection Volumétrique ainsi que de détailler sa stratégie vis-à-vis de la démonstration de la prévention du risque d'inondation sismo-induite par la nappe phréatique.

Incendie

La prise en compte du risque incendie a déjà conduit EDF à mettre en œuvre de très importantes évolutions sur l'ensemble de ses tranches, tant sur le plan matériel qu'organisationnel pour renforcer les dispositions prises pour la prévention, la détection et la lutte contre l'incendie. En particulier, une sectorisation systématique des bâtiments de sûreté a été mise en place pour limiter la propagation des feux.

Dans le cadre de l'instruction du GPO VD4 900, EDF a prévu de mettre en œuvre une méthode de sélection des locaux destinés à des études complémentaires de vérification de la robustesse de la sectorisation incendie compte tenu des enseignements issus des études EPR FLA3. Pour les situations non dédouanées au terme de ces analyses, EDF étudiera les dispositions nécessaires à mettre en œuvre sur les réacteurs 900 MWe.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 15/23

Risque aérien

Les risques liés à l'environnement aéronautique ont été pris en compte de manière déterministe à la conception des installations par la protection standard. Cette protection garantit la tenue d'ouvrages « cibles » à la chute d'avions représentatifs de l'aviation générale. Pour les bâtiments « cibles » ne bénéficiant pas de cette protection standard, une évaluation de la probabilité de rejet inacceptable de substances radioactives à la suite d'une chute d'avion sur les « cibles » est réalisée, conformément à la RFS 1.2a. La réévaluation des risques aériens est effectuée pour chaque site au travers de la mise à jour des rapports de sûreté de site à l'occasion des visites décennales.

Dans son programme de travail, EDF prévoit de revoir les cibles potentielles (notamment le bâtiment des auxiliaires nucléaires et la station de pompage), d'étudier les effets induits par une chute d'avion sur la sûreté des installations. Enfin, EDF prévoit de mettre à jour les critères d'accidentologie intervenant dans la quantification de la chute d'un aéronef pour l'aviation générale dans le cas d'un site implanté à proximité d'un aéroport (distance inférieure à 5 km).

Dans le cadre de l'instruction du GPO, EDF a défini des actions complémentaires consistant à réaliser une étude relative à la pertinence de prise en compte des hélicoptères dans l'évaluation du risque aérien et à produire un document présentant la liste des cibles de sûreté à considérer pour le risque aérien.

Risques liés à l'environnement industriel

Dans son programme de travail, EDF s'est engagée à approfondir la méthodologie d'évaluation des risques industriels selon les axes suivants :

- ◇ le suivi de l'environnement industriel et des voies de communication avec une mise à jour des données relatives à l'environnement industriel de chaque site ;
- ◇ l'évaluation des risques associés sur les installations.

Risques d'explosion interne aux sites

Les études consistent à vérifier la prévention de dégagements d'hydrogène et de formation d'ATmosphère EXplosive (ATEX). Cette démarche est complétée par la vérification de l'absence de risques d'ignition pour les locaux identifiés. L'analyse du risque d'« explosion interne » à l'îlot nucléaire est basée sur la présence de circuits véhiculant de l'hydrogène et de batteries.

A l'occasion des VD4 900, EDF prévoit de reprendre les études d'explosion interne en adéquation avec les avancées effectuées dans le référentiel issues d'évolutions de la réglementation ainsi que la révision d'un certain nombre de règles d'études pour tenir compte du retour d'expérience.

Dans le cadre de l'instruction du GPO, EDF s'est engagée à réaliser un examen sur l'ensemble des salles des machines du palier 900 MWe afin d'identifier les éventuelles zones en partie basse de l'ouvrage susceptibles de conduire à une accumulation d'hydrogène, et à mettre à jour l'analyse du retour d'expérience national et international concernant le risque d'explosion interne aux sites.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 16/23

Risques liés au transport interne de matières dangereuses

Les études concernant l'évaluation des risques d'explosion liés aux camions transportant, à l'intérieur du site, des gaz ou liquides sous pression ou inflammables montrent que, compte tenu des exigences réglementaires et des dispositions d'exploitation mises en place, l'occurrence d'un accident de transport de gaz ou liquides inflammables à l'intérieur d'un site est fortement improbable.

Dans le cadre du GPO, EDF a prévu de compléter son analyse par les retombées d'instruction sur les autres paliers (questions relatives à l'identification des cibles, aux cumuls d'événements).

Foudre et interférences électromagnétiques externes

En VD4 900, EDF a prévu de réexaminer l'agression foudre et les interférences électromagnétiques externes, en tenant compte du retour d'expérience acquis depuis le réexamen précédent. L'objectif est de garantir l'atteinte et le maintien en état sûr du réacteur, en prenant en considération les agressions potentiellement induites de la foudre (incendie et explosion interne) ainsi que la combinaison à une pluie de forte intensité.

Dans le cadre de l'instruction du GPO, EDF s'est engagée à formaliser une méthodologie de prise en compte des conséquences de la foudre suivant une approche proportionnée à l'importance des risques présentés par l'installation et tenant compte des meilleures techniques disponibles adaptées à des installations existantes.

Interférences électromagnétiques internes

Les perturbations électromagnétiques internes (IEM) sont des phénomènes courants dans le fonctionnement d'une tranche nucléaire. Ils peuvent avoir une source d'origine naturelle comme les décharges électrostatiques, une origine liée au fonctionnement des appareils et installations de la tranche nucléaire ou liée à l'activité humaine (ex : utilisation de poste de soudure à l'arc ou d'équipements de télécommunication sans fil).

Les règles de conception et d'installation appliquées à la conception des tranches ont permis de limiter le niveau de perturbations, de limiter les interactions entre générateurs et récepteurs de perturbations électromagnétiques et d'obtenir un bon niveau d'immunité des matériels. Par ailleurs, des précautions sont également prévues pendant les phases de travaux et d'exploitation pour éviter les interférences électromagnétiques.

En VD4 900, l'objectif est de conforter la robustesse des équipements électriques nécessaires à l'accomplissement des fonctions fondamentales de sûreté vis-à-vis des perturbations électromagnétiques internes.

Collisions et chutes de charge

La démonstration de sûreté concernant les agressions « collisions et chutes de charges » est basée sur la mise en œuvre, à la conception des engins de levage, de dispositions visant à prévenir ces risques et de mesures d'exploitation telles que l'optimisation des chemins de manutention, les interdictions de survol de la cuve du réacteur ou les limitations des hauteurs de levage. Depuis la conception des tranches, EDF a amélioré ces dispositions par la réalisation de modifications sur les appareils de manutention ou le renforcement des exigences d'exploitation.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 17/23

Conformément à l'arrêté INB, EDF va étendre dans le cadre du réexamen de sûreté VD4 900 le périmètre de la démonstration de sûreté et analyser les collisions et chutes de charges pour l'ensemble des engins de manutention.

Dans le cadre de l'instruction du GPO, EDF s'est engagé à revoir la note de méthodologie des études de fiabilité pour les engins de levage. Elle intégrera les méthodes d'analyse plus récentes, en particulier pour la prise en compte du facteur humain, et des données issues de la bibliographie disponible.

Grands Chauds

Les référentiels « Grands Chauds » ont été élaborés après les épisodes caniculaires des étés 2003 et 2006. Les études et modifications associées au déploiement de ces référentiels ont été réalisées dans le cadre de la VD3-900 afin d'assurer la protection des matériels de sûreté vis à vis :

- ◇ des températures permanentes maximales de l'air et de l'eau réévaluées,
- ◇ de situations exceptionnelles temporaires de dépassement de ces températures (agression canicule).

Dans le cadre de la VD4-900, EDF s'est engagée à réexaminer les référentiels « Grands Chauds » en prenant notamment en considération les éléments de veille climatique et en menant une analyse vis-à-vis des niveaux de référence internationaux WENRA.

Au titre des actions prévues par EDF dans le cadre du GPO, les données de températures utilisées dans les études statistiques pour déterminer les températures exceptionnelles et de longue durée pour l'air et l'eau seront formalisées et communiquées à l'ASN et à l'RSN.

Grands Froids

Les études menées par EDF au titre de l'agression externe d'origine naturelle dite « Grands Froids » permettent d'identifier les matériels à protéger ou à vérifier pour assurer leur fonctionnement lorsqu'ils sont soumis à des niveaux de températures en deçà des températures retenues pour le dimensionnement de base des installations et pour assurer le retour et le maintien à l'état sûr de l'installation.

Dans le cadre des suites du GPO, EDF s'est engagée à vérifier que les hypothèses de ces études ne sont pas remises en cause par le retour d'expérience tant vis-à-vis des températures récentes mesurées que la concomitance froid et vent. EDF réévaluera également, lorsque nécessaire, les apports calorifiques internes engendrés par les modifications réalisées depuis le réexamen VD2 900, vis-à-vis de leur valorisation dans les études de vérification de la tenue des bâtiments aux « Grands Froids ».

Défaillance de tuyauteries et inondation interne

Les études de conséquences d'une inondation interne issue d'une défaillance de tuyauterie permettent d'évaluer les sources d'inondation dans certains locaux de l'installation et d'identifier les matériels rendus indisponibles suite à immersion, aspersion, fouettement ou effet de jet consécutifs à une rupture de tuyauterie haute énergie. Une analyse fonctionnelle permet ensuite de justifier la possibilité de retour et de maintien à l'état sûr de l'installation en valorisant les matériels disponibles. Le cas échéant, des dispositions constructives (seuils, étanchéité, évacuation, protection ou déplacement de matériels, dispositifs anti-fouettement) peuvent être mises en place pour satisfaire les objectifs de sûreté.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 18/23

Pour la VD4 900, EDF a prévu de mettre à jour les études et de les compléter par l'étude du déversement simultané des réservoirs non sismiques permettant de vérifier l'absence de propagation d'effluents radioactifs vers l'extérieur ainsi que l'absence d'indisponibilités de matériels qui conduirait à un mode commun empêchant le repli et le maintien à l'état sûr de la tranche.

Dans le cadre des suites de l'instruction du GPO, EDF va formaliser les éléments de retour d'expérience et les conclusions des études expérimentales disponibles sur le fouettement suite à une rupture de tuyauterie haute énergie et ses conséquences afin de justifier la suffisance de l'hypothèse de prise en compte d'une seule défaillance induite suite à un fouettement de tuyauterie haute énergie pour les études d'inondation interne.

Enfin, EDF étudiera également la défaillance de réservoirs, pompes et vannes afin de justifier que les dispositions de conception et de fabrication des matériels permettent de considérer que l'émission de missiles qui pourraient entraîner des conséquences inacceptables est exclue.

Effets liés aux grands vents

EDF a renforcé la sûreté de ses installations vis-à-vis des grands vents à l'occasion du réexamen des sûreté des VD3 900. Dans le cadre du GPO, EDF s'est engagée à justifier la robustesse des installations vis-à-vis des projectiles générés par vent extrême. Les études vont permettre d'identifier, le cas échéant, des dispositions complémentaires pour la protection des installations.

Tornades

En VD4 900, EDF prendra en compte l'agression tornade en ayant défini une tornade de référence pour la vérification du dimensionnement des installations avec pour objectif de sûreté le repli et le maintien en état sûr des installations. Par ailleurs, le noyau dur déployé au titre du retour d'expérience post Fukushima sera dimensionné à un niveau de tornade significativement au-delà du niveau de la tornade de référence, conférant une robustesse supplémentaire aux installations vis-à-vis de cette agression.

Agressions de la Source froide

Les agressions ou phénomènes spécifiques à la source froide étudiées en VD4 900 sont les Plus Basses Eaux de Sécurité (PBES), le frasil, la prise en glace, l'arrivée d'une nappe d'hydrocarbures, l'ensablement/envasement, l'Arrivée Massive de Colmatants (AMC).

L'analyse des améliorations de sûreté à apporter en VD4 900 intègrent :

- ◇ les suites des instructions des réexamens de sûreté VD3 900 et VD3 1300 notamment les agressions « Frasil », « Plus Basses Eaux de Sécurité » et « arrivée d'une nappe d'hydrocarbures »,
- ◇ les événements climatiques marquants survenus en 2009 (prise en glace par un phénomène de frasil actif à la centrale de Chooz, colmatage par des débris végétaux à Blayais, perte de la source froide à la centrale de Cruas et détérioration d'un tambour filtrant sur la centrale de Fessenheim), à la suite desquels EDF a examiné la robustesse des prises d'eau et stations de pompage vis-à-vis des agressions ou phénomènes externes susceptibles d'avoir un impact sur l'écoulement et la qualité de l'eau.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 19/23

Dans le cadre des actions définies par EDF en GPO VD4-900, EDF mènera des études complémentaires sur les risques liés au frasil (justification de la pérennité de la fonction transit de l'eau « brute » pour les circuits ouverts), ainsi qu'aux nappes d'hydrocarbures (compléments de caractérisation du phénomène, encrassement de l'échangeur RRI). Plus globalement, sur les problématiques relatives à la source froide, une liste des matériels et des exigences associées sera établie en déclinaison du référentiel dédié à la station de pompage.

Conséquences radiologiques des agressions

L'évaluation des conséquences radiologiques des agressions permet de vérifier l'acceptabilité des conséquences radiologiques des agressions d'origine interne et externe en s'assurant qu'elles respectent les critères d'accidents chaudière d'une fréquence d'occurrence équivalente.

Faisabilité des actions en local en situation accidentelle et en agression

Dans le cadre des actions prévues par EDF suite à l'instruction du GPO, EDF mettra en œuvre en VD4 900 une démarche de faisabilité des actions en local en situation accidentelle et l'étendra aux situations d'agression. La démarche mise en œuvre dans le cadre du réexamen VD4 900 a pour objectif d'évaluer et limiter en tant que de besoin les expositions des intervenants pour la gestion des accidents sans fusion du cœur et en garantir la faisabilité.

Agressions Extrêmes

Dans le cadre du retour d'expérience de l'accident à la centrale de Fukushima Daiichi de mars 2011, EDF a mené des évaluations complémentaires de sûreté de ses centrales qui ont montré la bonne robustesse de l'état de sûreté des réacteurs vis à vis de leur domaine réglementaire de sûreté, ce qui procure une marge satisfaisante vis-à-vis de situations extrêmes issues d'agressions significativement au delà des niveaux considérés au dimensionnement.

Cette robustesse des installations résulte du haut niveau des aléas retenus à la conception initiale et qui font l'objet d'une réévaluation périodique dans le cadre des réexamens, compte tenu de l'état de l'art des connaissances.

Au-delà de ces agressions de dimensionnement, EDF, dans son plan d'action post-Fukushima, étudie des aléas présentant un niveau de probabilité aussi faible que possible dans des conditions économiquement acceptables et répondant à l'atteinte des objectifs probabilistes du réexamen de sûreté. A cet effet, EDF met en place sur son parc nucléaire un ensemble de moyens de conception et de résilience (notamment le Noyau Dur et la Force d'Action Rapide Nucléaire – « FARN ») pour répondre à l'objectif d'absence, dans ces situations extrêmes, de l'effet falaise que représenteraient des rejets importants et de conséquences durables dans l'espace et dans le temps.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 20/23

3.6. RISQUES « NON RADIOLOGIQUES »

L'arrêté INB précise (article 1.3) que la démonstration de sûreté nucléaire doit justifier « *que les risques d'accident, radiologiques ou non, et l'ampleur de leurs conséquences sont, compte-tenu de l'état des connaissances, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement, aussi faibles que possibles dans des conditions économiques acceptables* ».

Ainsi en VD4 900, EDF complètera la démonstration de sûreté existante concernant la maîtrise des risques non radiologiques et/ou faiblement radiologiques vis-à-vis de la protection des intérêts.

L'objectif est que les conséquences de ces situations soient, compte-tenu de l'état des connaissances, des pratiques et de la vulnérabilité de l'environnement des installations, aussi faibles que possible dans des conditions économiquement acceptables.

3.7. ESSAIS DECENNAUX :

Les essais décennaux sont des essais complémentaires aux requalifications individuelles des modifications réalisées en visite décennale en vue du redémarrage de l'installation modifiée suites aux importants travaux menés au titre de la réévaluation de sûreté des installations. Ces essais sont généralement effectués sur une seule tranche, compte tenu de la politique « palier » du parc nucléaire d'EDF.

Dans le cadre des actions définies par EDF au cours de l'instruction du GPO, EDF approfondira l'analyse du besoin en essais décennaux en VD4 900 en intégrant :

- ◇ le retour d'expérience des précédents exercices d'analyse de besoins en essais décennaux sur tous les paliers,
- ◇ les modifications matérielles réalisées entre les réexamens VD3 et VD4 900,
- ◇ les évolutions de documentation d'exploitation prévues en VD4 900,
- ◇ l'exhaustivité des essais périodiques qui permettent de vérifier la performance des systèmes vis-à-vis de leur rôle dans la démonstration de sûreté.

3.8. PRISE EN COMPTE DES FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS

EDF a mis en œuvre une démarche systématique de prise en compte des facteurs organisationnels et humains dans les réexamens de sûreté. La VD4 900 intègre donc cette dimension avec pour objectif de la prendre en compte à la conception des modifications par une méthodologie dédiée. Compte tenu du programme d'amélioration de grande ampleur prévu en VD4 900, EDF a prévu au titre des suites du GPO VD4 900 de renforcer ses actions dans ce domaine et de passer en revue les effets cumulés des modifications programmées et leurs impacts socio-organisationnels et humains (SOH) potentiels. Ces actions seront menées par un groupe transverse à l'ingénierie de conception et à l'exploitation des installations, en y associant les équipes sur les sites nucléaires.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 21/23

4. **CONCLUSIONS**

Le programme VD4-900 constitue un « step » de sûreté particulièrement important sur le parc nucléaire et représente un investissement d'une dizaine de millions d'heures d'ingénierie et de suivi de travaux ainsi que de l'ordre de 8 milliards d'euros de travaux sur les installations.

L'orientation de sûreté retenue est de tendre vers les objectifs de sûreté fixés pour les réacteurs de 3ème génération, comme l'EPR Flamanville 3. Cette ambition se traduit par les objectifs de sûreté suivants :

- pour les accidents de dimensionnement, EDF vise à éviter la mise en œuvre de mesures de protection des populations (prise préventive de comprimés d'iode, mise à l'abri, évacuation) ;
- pour les agressions internes et externes, EDF vise le maintien en état sûr du réacteur pour des niveaux d'aléas réévalués avec un objectif de risque global de fusion du cœur tendant en ordre de grandeur vers celui des réacteurs ;
- pour les accidents avec fusion du cœur, EDF vise la diminution des risques de rejets précoces ou importants, afin d'éradiquer les effets durables dans l'environnement, en limitant notamment le recours à la dépressurisation de l'enceinte vis-à-vis de la gestion du confinement et en stabilisant le corium sur le radier du bâtiment réacteur ;
- pour les situations accidentelles associées à la piscine du bâtiment combustible, EDF vise la récupération de moyens de refroidissement en situation accidentelle d'ébullition, la prévention du risque de vidange et un risque résiduel de découverture des assemblages de combustible.

Enfin, dans le cadre du retour d'expérience post Fukushima, la VD4-900 bénéficiera du déploiement complet des dispositions du noyau dur portant sur la chaudière et le bâtiment combustible. Ces dispositions visent à éviter des rejets importants et de conséquences durables dans l'espace et dans le temps, pour des situations extrêmes résultant d'aléas de niveau de plausibilité aussi faible que possible dans des conditions économiquement acceptables et répondant aux objectifs probabilistes cités ci-dessus.

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 22/23

Glossaire :

AMC : l'Arrivée Massive de Comatants

APRP : Accident de Perte de Réfrigérant Primaire

ASN : Autorité de Sûreté Nucléaire

ATEX : d'ATmosphère Explosive

BK : Bâtiment combustible

BR : Bâtiment Réacteur

CNPE : Centre Nucléaire de Production d'Electricité

DOR : Dossier d'Orientation du Réexamen

ECOT : Examen de CONformiTé

EPR FLA3 : European pressurized Reactor de Flamanville 3

EPS : Etudes Probabiliste de Sûreté

FAV : Fiches d'Analyse du Vieillissement

IEM : Interférences ElectroMagnétiques

INB : Installation Nucléaire de Base

IRSN : Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire

MLC : Moyens Locaux de Crise

PBES : Plus Basses Eaux de Sécurité

PBMP : Programmes de Base de Maintenance Préventive

PGVE : Projectiles Générés par Vent Extrêmes

PIC : Programme d'investigations complémentaires

PTR : Système de traitement et refroidissement de l'eau des piscines BR et BK

REX : Retour d'EXpérience

RFS : Règle Fondamentale de Sûreté

RRI : Système de refroidissement intermédiaire

RTGV : Rupture Tuyauterie Générateur de Vapeur

SEC : Système d'eau brute secourue

SND : Séisme Noyau Dur

SOH : Démarche Socio Organisationnelle et Humaine

TTS : Tranche Tête de Série

VD : Visite Décennale

WENRA : Western European Nuclear Regulators Association

	NOTE D'ETUDE PRÉSENTATION DES ORIENTATIONS PROPOSÉES PAR EDF POUR LE RÉEXAMEN DE SÛRETÉ DES CENTRALES NUCLÉAIRES DE PRODUCTION DU PALIER 900 MWE EFFECTUÉ À L'OCCASION DE LEUR QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE		
DIPDE_DE-EM	Référence : D455616017362	Indice : A	Page 23/23

ANNEXE :
PRESENTATIONS EDF DE LA REUNION DU 08/02/16



Orientations génériques proposées par EDF pour les VD4 900

Olivier LAMARRE
Directeur Adjoint de la Division Production
Nucléaire

08/02/16 - Montrouge

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



SOMMAIRE

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

2. LES ORIENTATIONS GÉNÉRIQUES PROPOSÉES POUR LES 4^{ES} VISITES DÉCENNALES DU PALIER 900

2.1 ZOOM SUR LA VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ

2.2 ZOOM SUR LES SPÉCIFICITÉS DE CETTE RÉÉVALUATION DE SÛRETÉ

3. EN SYNTHÈSE

1.

L'amélioration continue de la sûreté du parc en exploitation

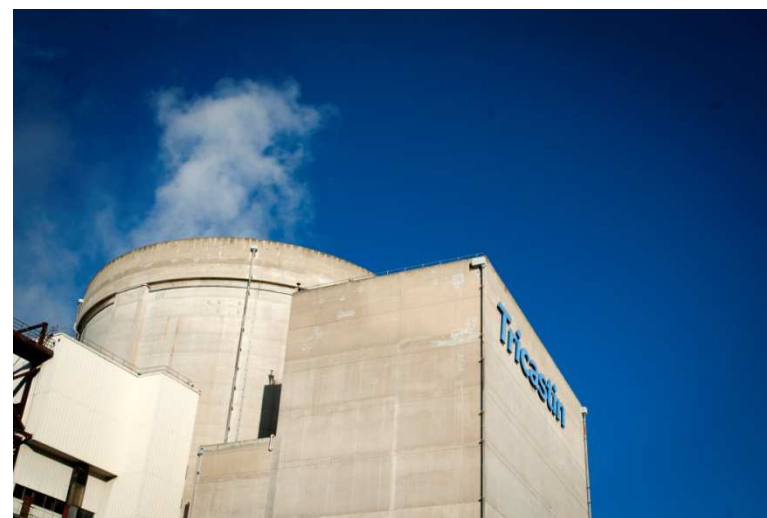
UNE DÉMARCHE D'AMÉLIORATION CONTINUE ANCRÉE SUR LE PARC

- EDF met en œuvre une démarche d'amélioration continue 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 DE SÛRETÉ

- **Le réexamen de sûreté 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 tanches
 - 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

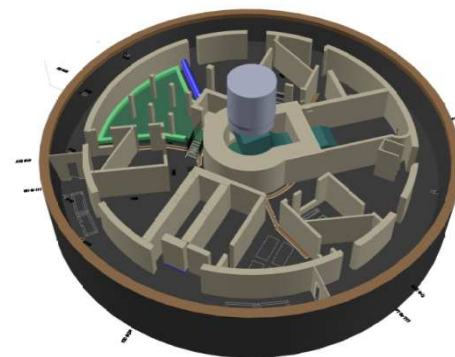
■ Deuxièmes visites décennales :

- 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)
- Epaississement 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
- **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)
- **REX Blayais** : renforcement de la protection des installations contre les inondations externes
- **Episodes caniculaires de 2003 et 2006 en France** : Modifications « Grands Chauds »

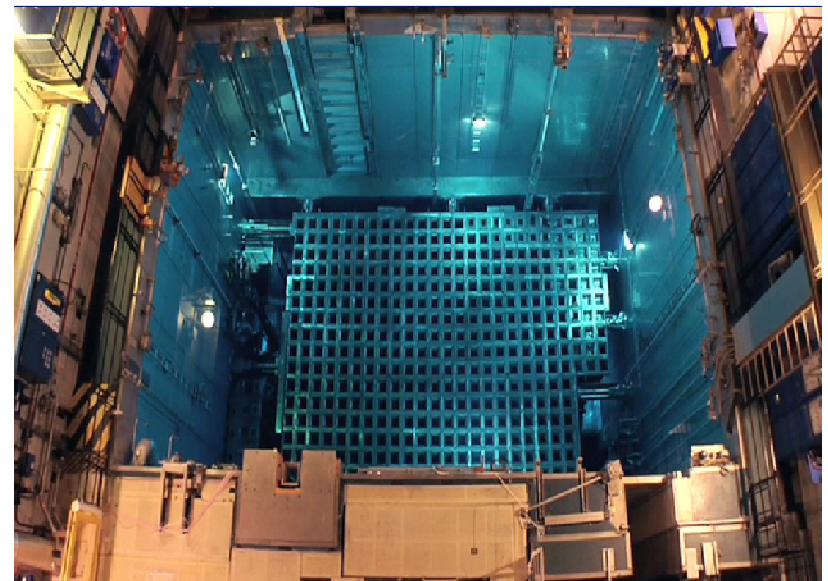


2.

Les orientations génériques proposées pour les 4^{es} visites décennales du palier 900

UN HAUT NIVEAU DE SÛRETÉ EN ENTRÉE DE QUATRIÈME VISITE DÉCENNALE POUR LES RÉACTEURS 900 MWE

- 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 de sûreté comprend 4 grands thèmes spécifiques :
 - Piscine d'entreposage du combustible usé
 - Accidents sans fusion du cœur
 - Accidents avec fusion du cœur
 - Agressions

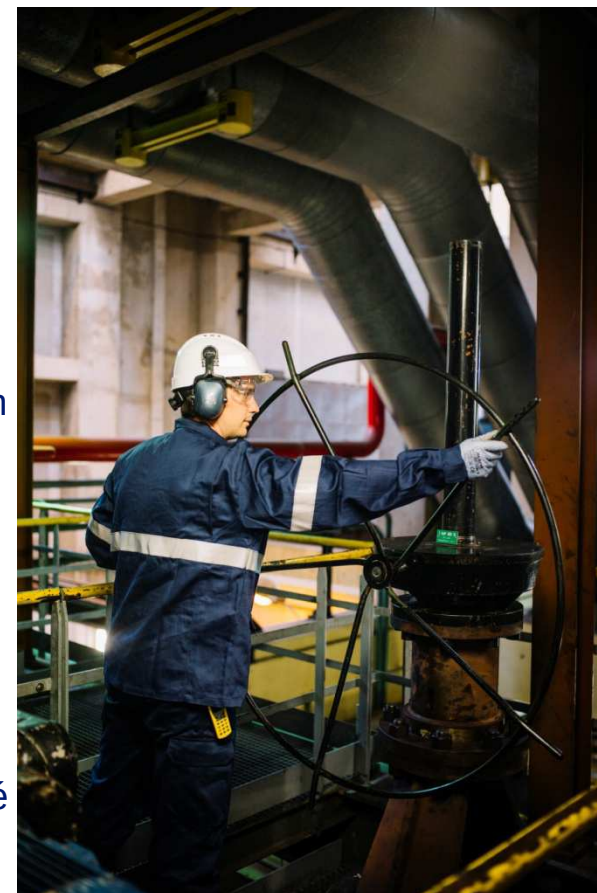


2.1

Zoom sur 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^{es} 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.



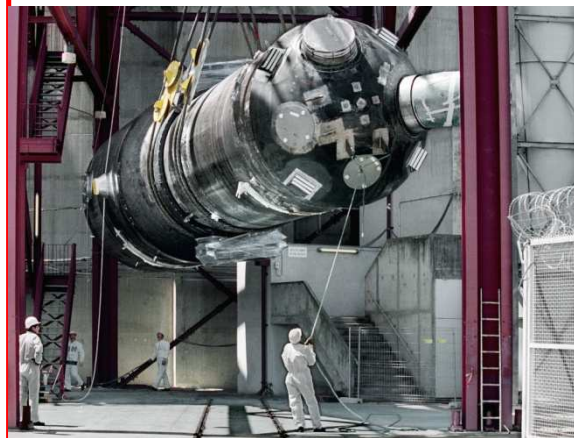
2 CAS DE FIGURE POUR GARANTIR CETTE APTITUDE

- **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 (cf. exposé dédié) 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

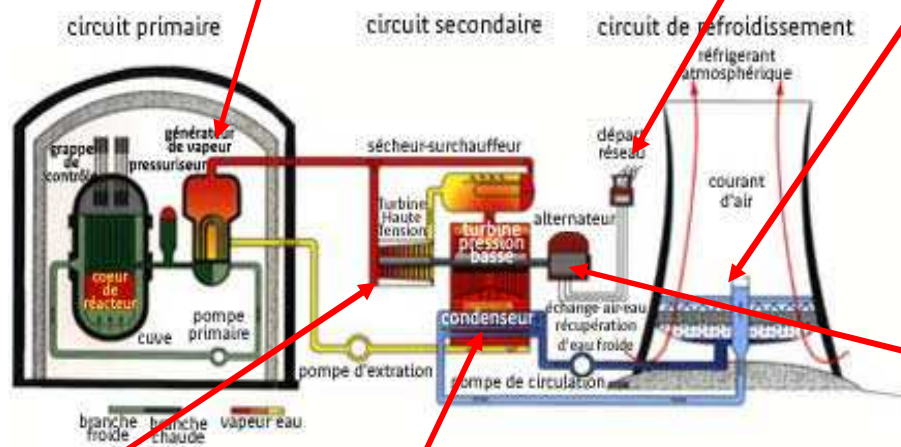


Remplacement des transformateurs de soutirage et poste d'évacuation d'énergie

Modernisation du Contrôle Commande



Remplacement du packing des aéroréfrigérants



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

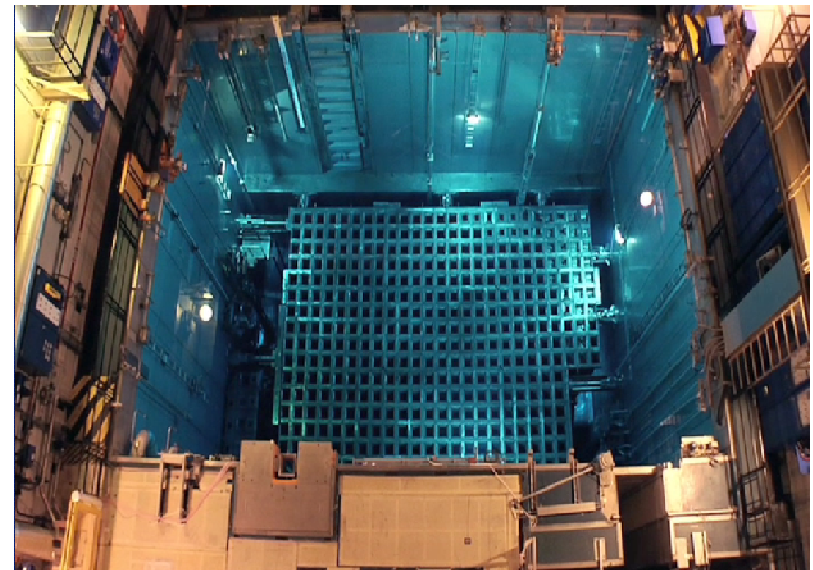


2.2

Zoom sur les spécificités de cette réévaluation de sûreté

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 (ex : séparation de pompes d'appoint d'eau à la piscine par mur pare-flammes)**
- **Moyen supplémentaire mobile pour le refroidissement de la piscine**
- **Vérification 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
 - Intérêt de mettre en place un dispositif d'aspersion des assemblages combustibles en secours



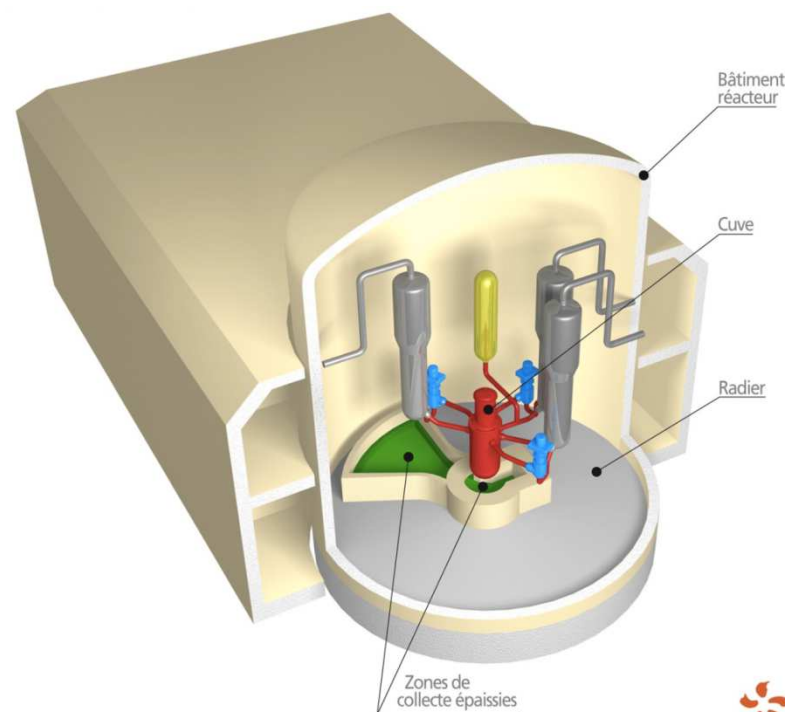
POUR LES ACCIDENTS SANS FUSION DU CŒUR

- Recherche d'améliorations évitant la mise en œuvre de protection des populations en cas d'accident
- 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
- Suite à GPO, une instruction approfondie se tiendra sur la méthode de transposition des situations EPR-FA3 au 900 MWe : opportunité de tenue d'un GP en cours d'examen par ASN et IRSN



POUR LES ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR

- De nombreuses améliorations ont déjà été apportées au fil des réexamens de sûreté précédents et le REX événementiel
- 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
- Avis du GPO : « Importance des améliorations qui doivent permettre de rapprocher le niveau de sûreté des réacteurs de 900 MWe de celui qui est prévu pour l'EPR »



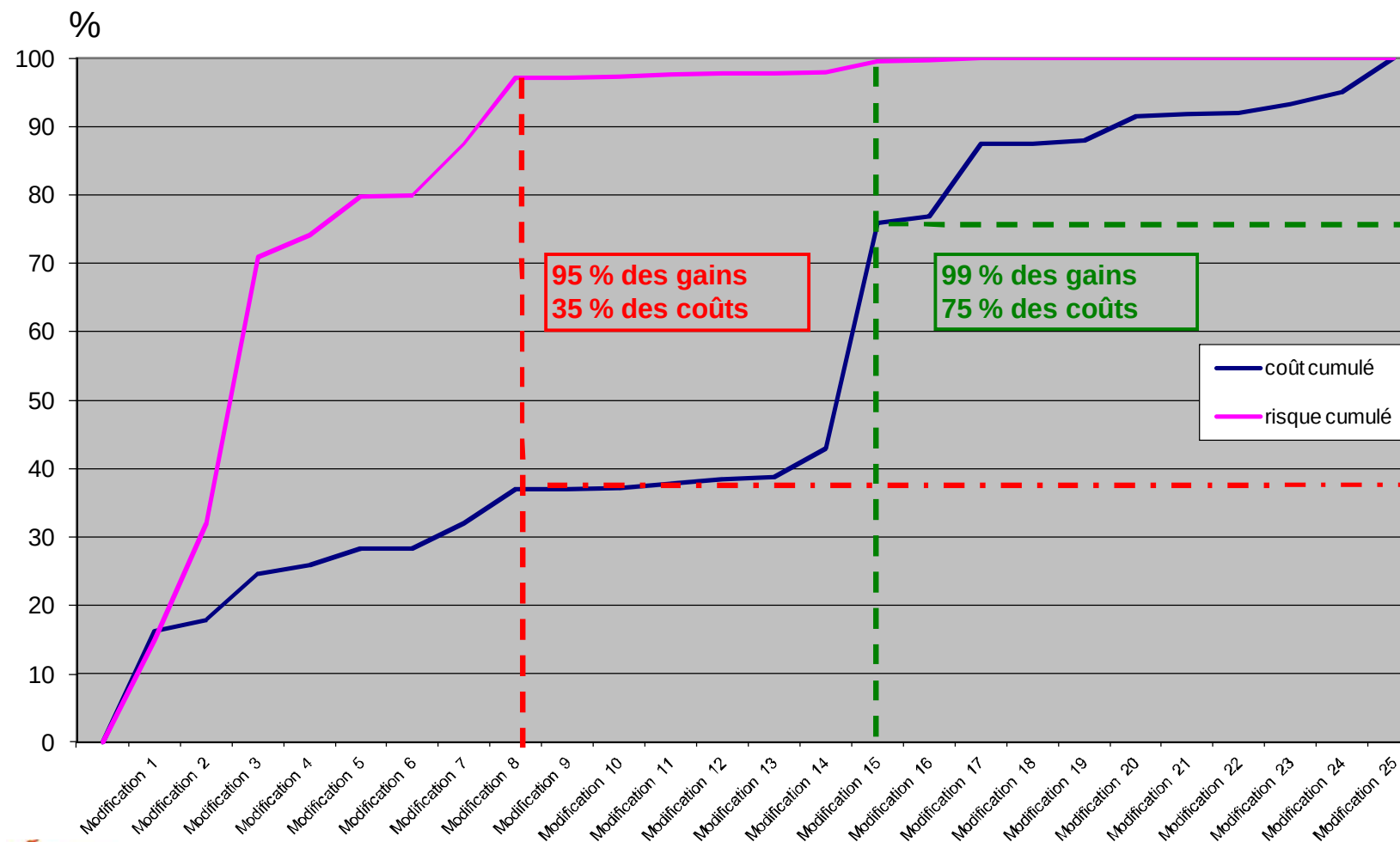
POUR LES AGRESSIONS INTERNES ET EXTERNES

- **Intégration explicite de nouvelles agressions dans la démonstration de sûreté suite à l'entrée en vigueur de l'arrêté INB**
- **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 extrêmes (REX post Fukushima)**

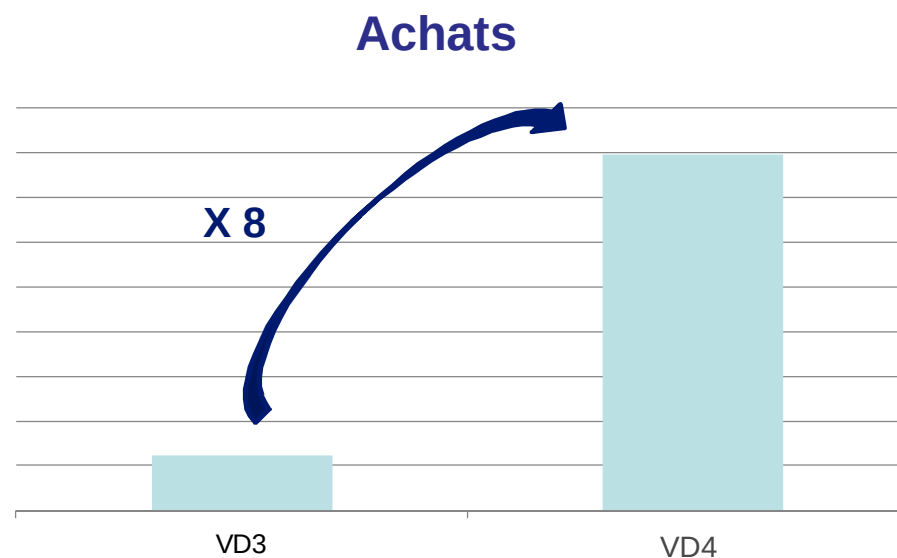
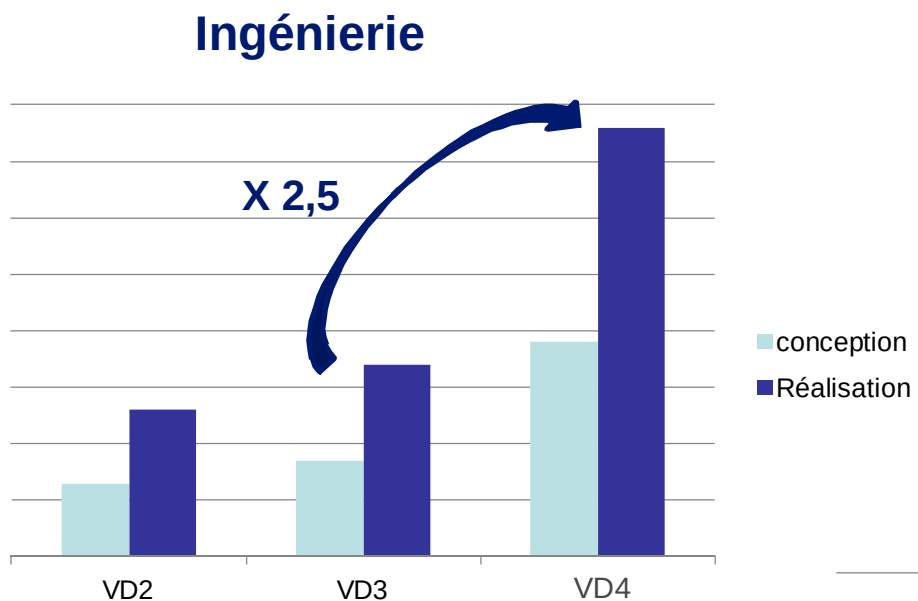


UNE APPROCHE D'AMÉLIORATION AVEC UNE PRIORISATION PAR LE BÉNÉFICE SÛRETÉ

Exemple de cumul des bénéfices sûreté et des coûts



DES INVESTISSEMENTS HUMAINS ET FINANCIERS IMPORTANTS



3.

En synthèse

LE PROGRAMME VD4 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 pris des actions pour compléter son programme de travail** puis un débat en Groupe permanent d'experts qui a formulé des recommandations complémentaires



LE PROGRAMME VD4 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 du coût bénéfice sûreté





LES GRANDS OBJECTIFS D'AMÉLIORATION DE LA SÛRETÉ

Stefano SALVATOIRES

Chef de la Design Authority

Division de l'Ingénierie du Parc, de la
Déconstruction et de l'Environnement (DIPDE)

08/02/16 - Montrouge

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



SOMMAIRE

1. QUATRE THÉMATIQUES DE SÛRETÉ

1.1 ACCIDENTS DE DIMENSIONNEMENT

1.2 AGRESSIONS

1.3 ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR

1.4 PISCINE D'ENTREPOSAGE DU COMBUSTIBLE

2. EXEMPLES D'AMÉLIORATION À L'ÉTUDE

3. CONCLUSIONS

QUATRE THÉMATIQUES DE SÛRETÉ

Sur la base de l'orientation générale de tendre vers les objectifs de sûreté des nouveaux réacteurs, EDF a bâti un programme de travail axé sur 4 thématiques de sûreté :

- Accidents de dimensionnement
- Agressions
- Accidents avec fusion du cœur
- Piscine d'entreposage du combustible

1.1 ACCIDENTS DE DIMENSIONNEMENT

VD3-900	VD4-900	EPR-FLA3
Limitier les conséquences radiologiques	Tendre vers la non mise en œuvre de mesures de protection de la population (confinement, évacuation, prise d'iode) Objectif WENRA pour les nouveaux réacteurs	Pas de mesures de protection de la population (confinement, évacuation)
Court terme (7 jours – 500m)		
50 mSv dose efficace 450 mSv thyroïde	~10 mSv dose efficace ~50 mSv thyroïde	< 10 mSv dose efficace 50 mSv thyroïde

Gain d'un facteur 5 à 10 sur les conséquences radiologiques des accidents

1.2 AGRESSIONS

VD3-900	VD4-900	EPR-FLA3
Maintien en état sûr pour les agressions de référence	Maintien en état sûr pour les agressions de référence	Maintien en état sûr pour les agressions de référence
Protection des systèmes de sauvegarde aux agressions de référence	Réévaluation des niveaux de référence	Prise en compte des agressions à la conception
	Le risque global de fusion du cœur calculé tend vers la cible préconisée par les standards internationaux pour les nouveaux réacteurs [AIEA]	Risque global de fusion du cœur calculé est à la cible des préconisations internationales pour les nouveaux réacteurs [AIEA]
	Couverture de situations extrêmes [REX Post Fukushima]	Couverture de situations extrêmes [REX Post Fukushima]

Reprise des principales études sur les agressions et important volume d'études associé
Déploiement complet du Noyau Dur + FARN

1.3 ACCIDENTS AVEC FUSION DU CŒUR

VD3-900	VD4-900	EPR-FLA3
Réduire les rejets précoces ou importants	Limitier les conséquences radiologiques dans l'espace et dans le temps [WENRA] Eviter les rejets massifs et les effets durables dans l'environnement suite à agressions extrêmes [REX post Fukushima] ⇒ Eviter l'éventage de l'enceinte ⇒ Stabiliser le corium sur le radier du bâtiment réacteur	Rejets précoces ou importants pratiquement éliminés [WENRA]

Mise en place du Noyau Dur



Etude d'un dispositif pour diminuer le risque de percée du radier



1.4 PISCINE D'ENTREPOSAGE DU COMBUSTIBLE USÉ

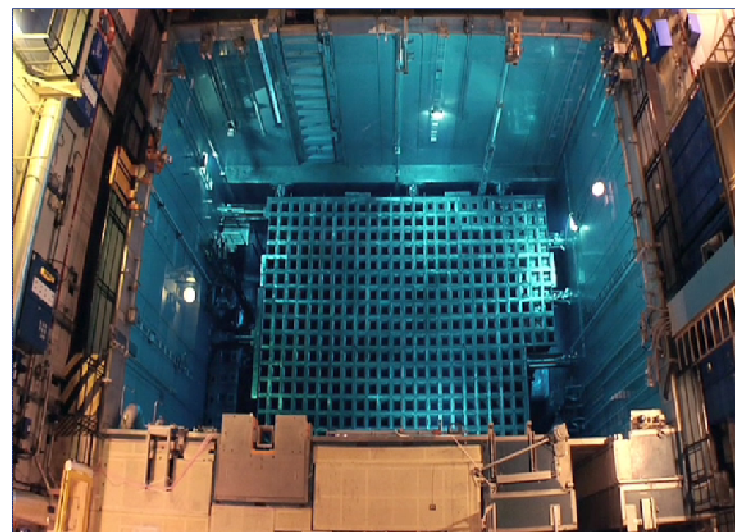
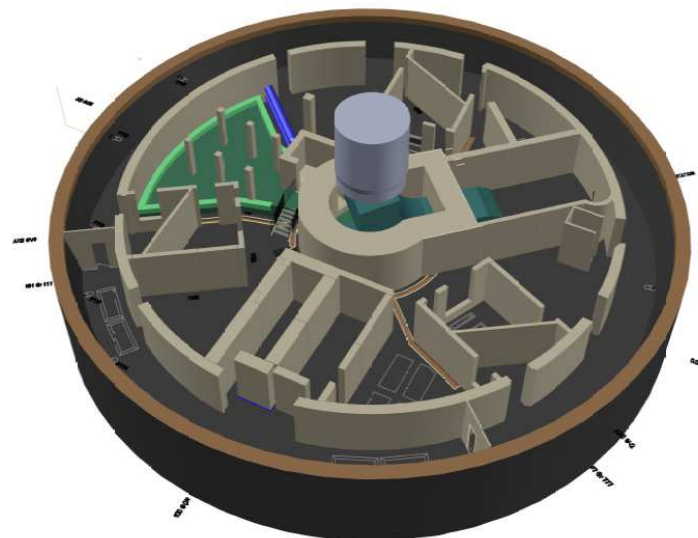
VD3-900	VD4-900	EPR-FLA3
Prévention des risques de découvrement des assemblages en cas de perte accidentelle de refroidissement ou accident de vidange	Récupération d'un moyen de refroidissement en situation d'ébullition de la piscine Prévention du risque de vidange Vérification de la robustesse aux agressions extrêmes Mitigation d'une baisse de niveau	Prévention du risque d'ébullition en piscine à la conception Prévention du risque de vidange à la conception Vérification de la robustesse aux agressions extrêmes Mitigation d'une baisse de niveau



Moyen supplémentaire de refroidissement de la piscine
Appoint ultime en eau à la piscine (Noyau dur)

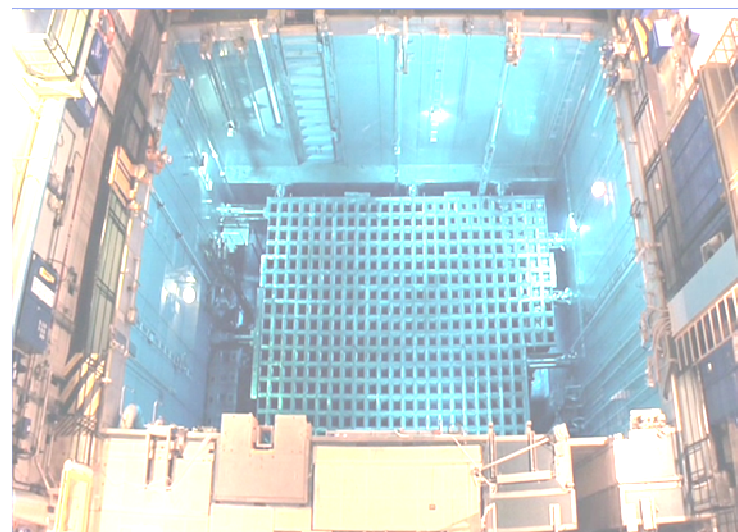
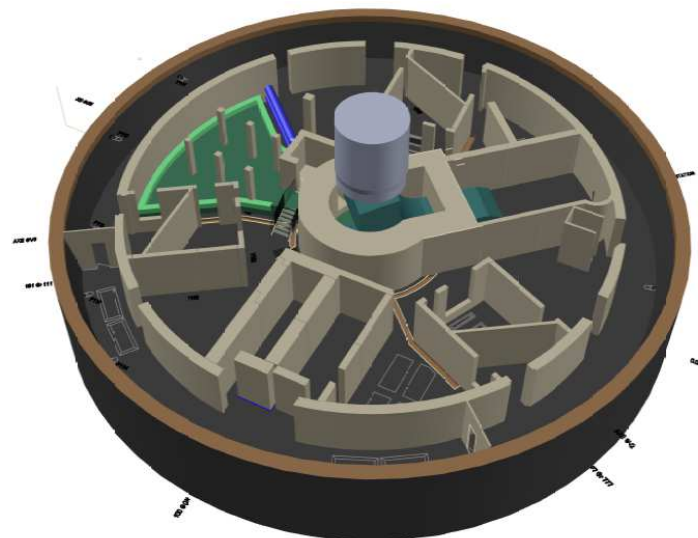
2. EXEMPLES D'AMÉLIORATIONS À L'ÉTUDE

- Dispositif pour diminuer le risque de percée du radier
- Moyen supplémentaire de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible usé



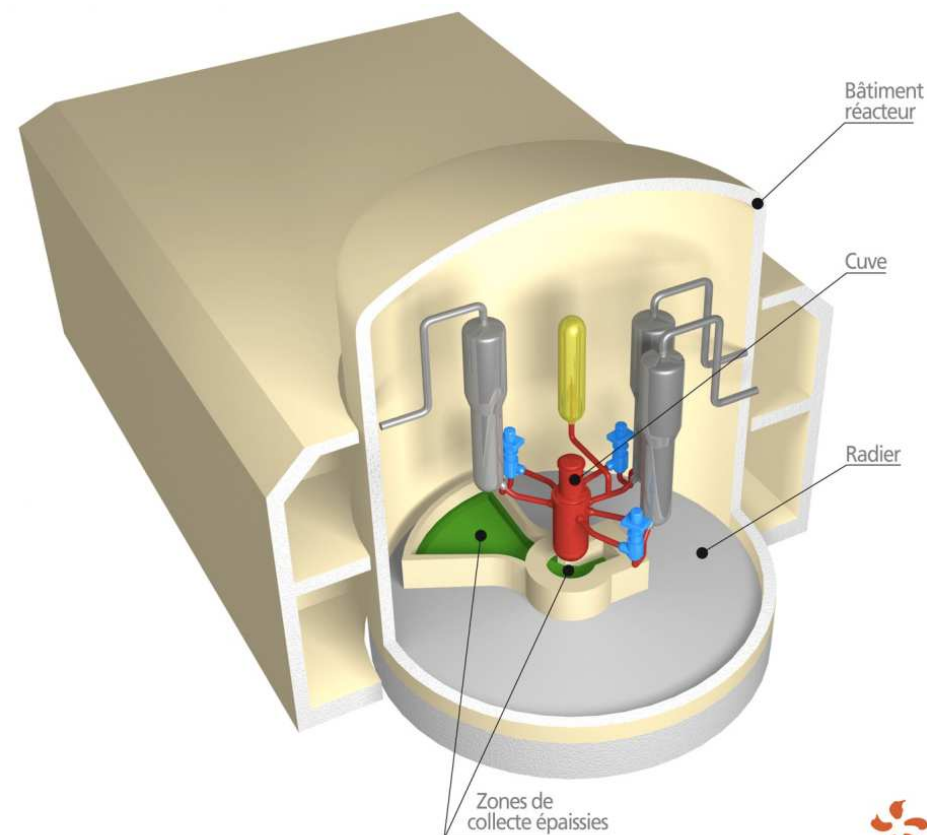
2. EXEMPLES D'AMÉLIORATIONS À L'ÉTUDE

- Dispositif pour diminuer le risque de percée du radier
- Moyen supplémentaire de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible usé



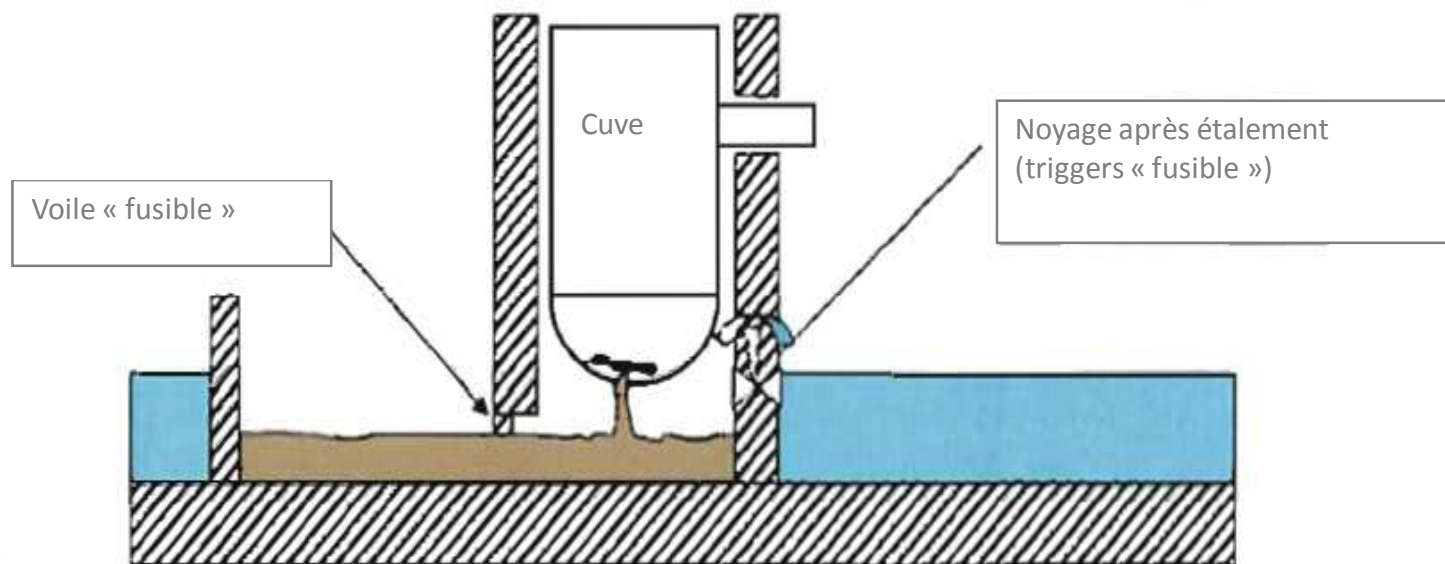
DISPOSITIF À L'ÉTUDE VIS-À-VIS DU RISQUE DE PERCÉE RADIER DU BÂTIMENT RÉACTEUR

- **Etalement à sec du corium pour permettre son refroidissement par renoyage passif**
- **Cette solution, dans son principe, est semblable à celles mises en œuvre sur EPR (« core-catcher ») pour stabiliser le corium et sur Fessenheim suite aux réexamens VD3-900.**



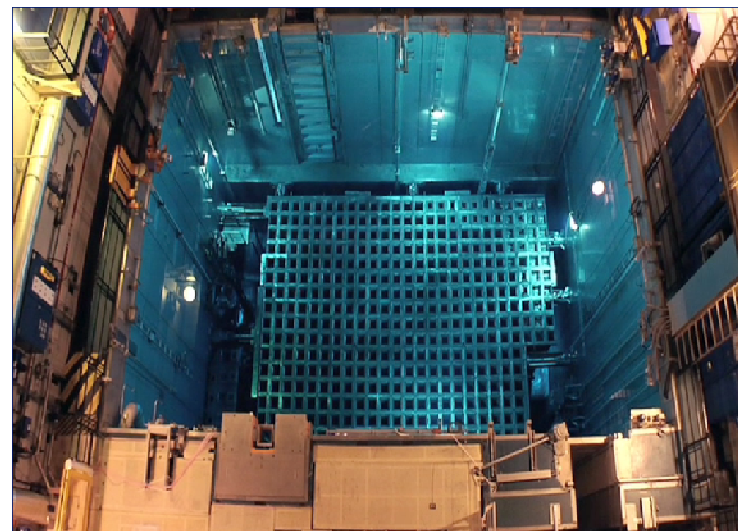
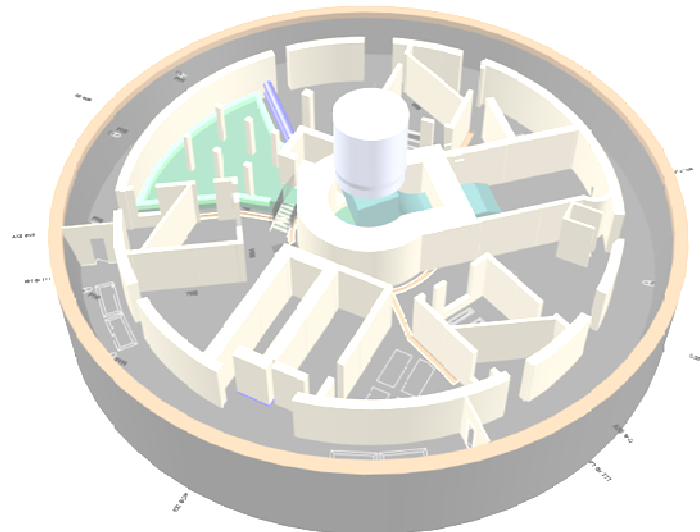
STRATÉGIE DE STABILISATION DU CORIUM

- Remplissage préalable des puisards du bâtiment réacteur par de l'eau des systèmes de sauvegarde du réacteur avec possibilité de recours au « noyau dur » si besoin
- Etalement à sec du corium dans le puits de cuve
- Stabilisation du corium par injection d'eau en surface du corium après étalement : injection réalisée passivement par gravité à partir de l'eau présente dans les puisards et dans le fond du BR

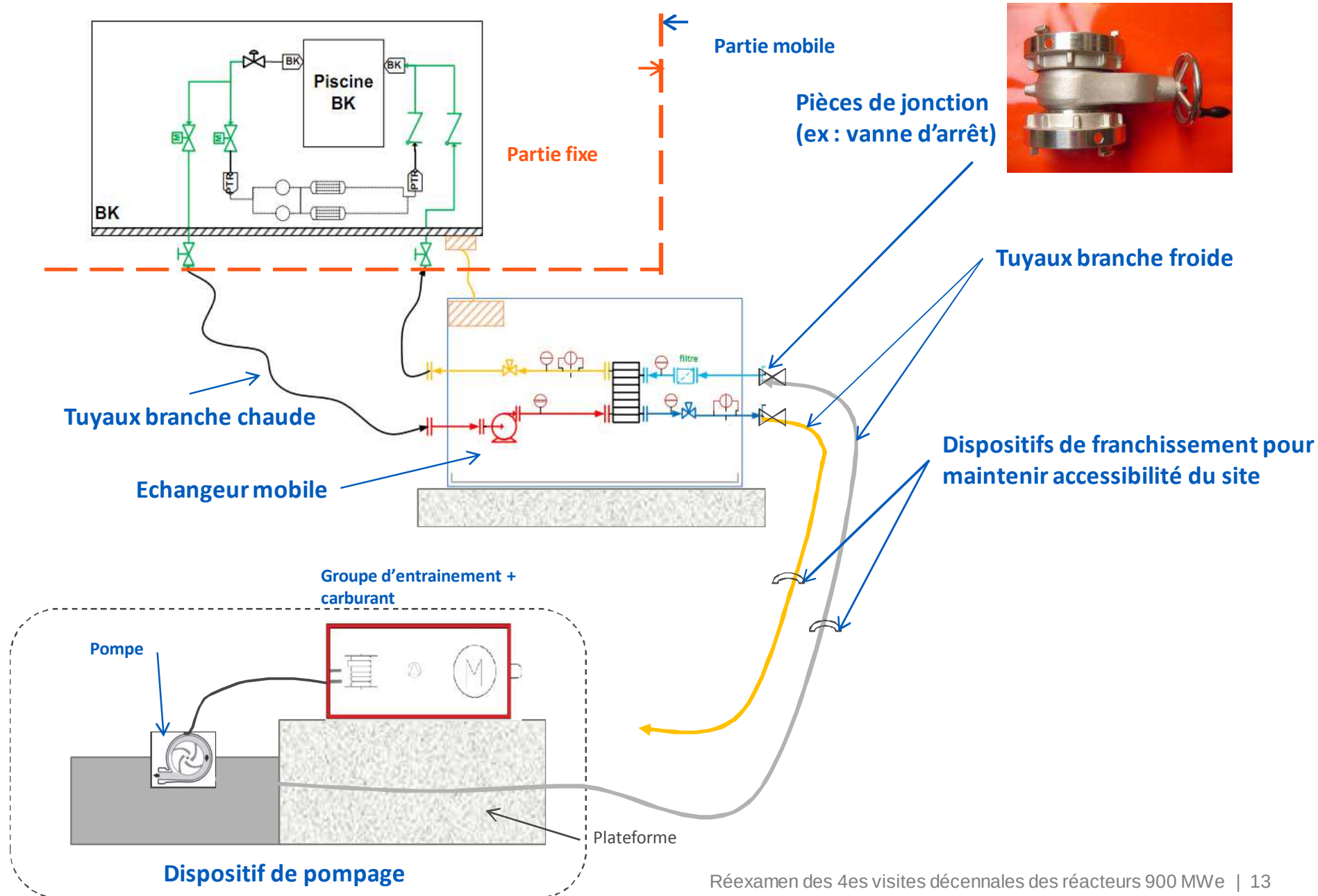


2. EXEMPLES D'AMÉLIORATIONS À L'ÉTUDE

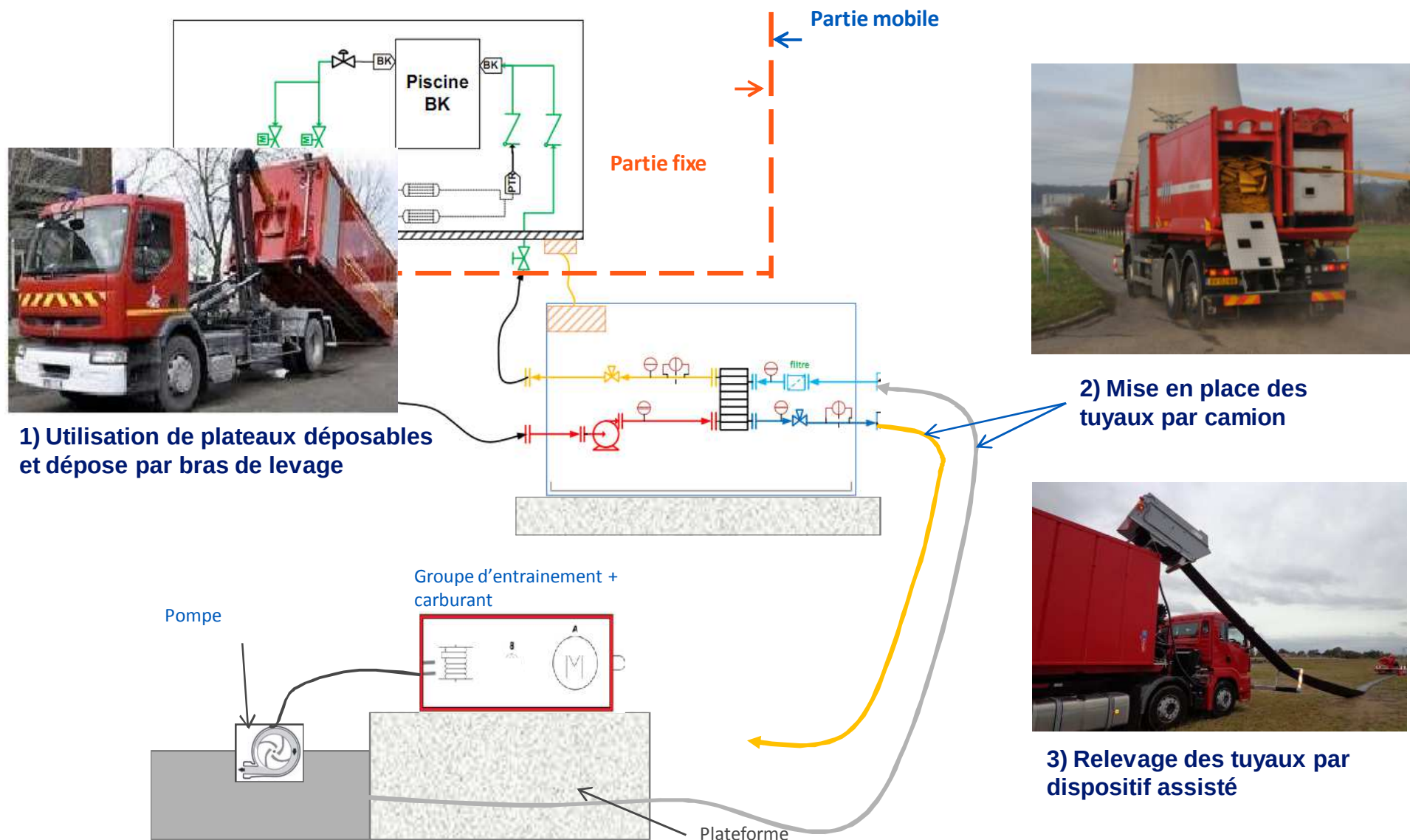
- Dispositif pour diminuer le risque de percée du radier
- **Moyen supplémentaire de refroidissement de la piscine d'entreposage du combustible usé**



MOYEN SUPPLÉMENTAIRE DE REFROIDISSEMENT DE LA PISCINE



MOYENS DE MANUTENTION POUR OPTIMISER LE TEMPS DE DÉPLOIEMENT



3. CONCLUSIONS

- **L'amélioration de la sûreté reposera sur un ensemble de dispositions qui intègrent le REX post Fukushima et les dispositions matérielles et organisationnelles associées**
- **Les modifications proposées par EDF seront instruites par l'ASN et l'IRSN dans le cadre de la VD4-900**
- **Les études et les dossiers de réalisation de travaux sont calés sur un premier déploiement en 2019 sur le réacteur de Tricastin 1**
- **Ce déploiement se poursuivra sur une période de 10 ans avec en période de pointe 5 à 6 visites décennales / an**