

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

VD4 900

*Réexamen de sûreté associé
aux quatrièmes visites décennales
des réacteurs de 900 MWe*

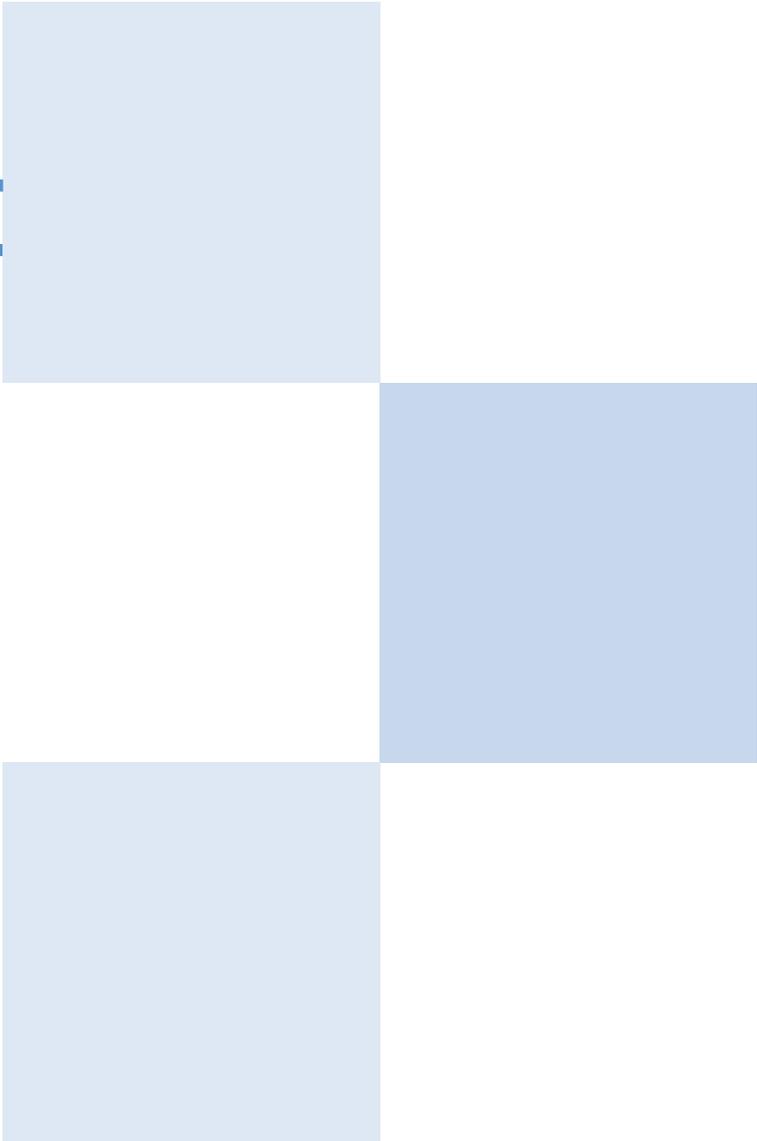
- ❖ Processus du réexamen de sûreté des réacteurs
- ❖ Calendrier
- ❖ Enjeux associés aux VD4



PROCESSUS DU

RÉEXAMEN DE SÛRETÉ

DES RÉACTEURS



Processus Réexamen de Sûreté

□ REGLEMENTATION

- ✓ Loi n° 2006-686 du 13 juin 2006 (loi «TSN» codifiée dans le code de l'environnement au 02/03/13)
- ✓ Décret n° 2007-1557 du 02 novembre 2007
- ✓ Arrêté INB du 7 février 2012
- ✓ Décisions « réexamen de sûreté » de l'ASN (en projet, prévu courant 2014)

□ Loi TSN - Titre IV - Article 29 - III :

« L'exploitant d'une installation nucléaire de base procède périodiquement [tous les 10 ans] au réexamen de la sûreté de son installation en prenant en compte les meilleures pratiques internationales.

Ce réexamen doit permettre d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients que l'installation présente pour les intérêts mentionnés au I de l'article 28, 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 »

Processus Réexamen de Sûreté

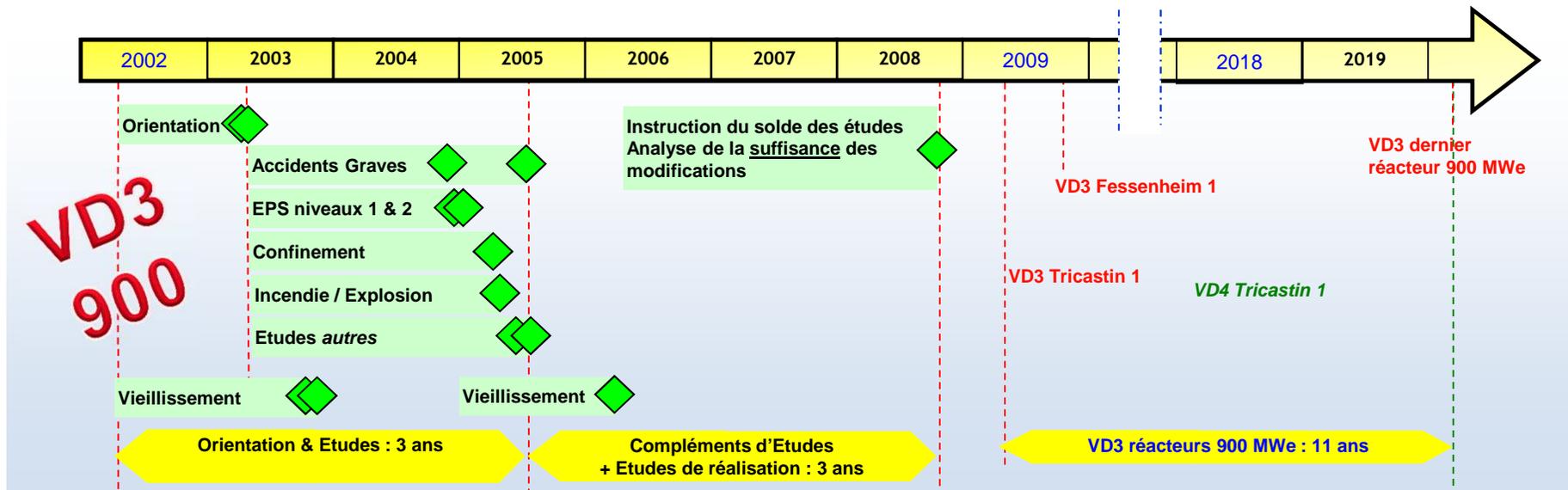
□ OBJECTIFS

- ✓ Vérifier le niveau attendu de sûreté des tranches (*maintien de la conformité au référentiel de sûreté applicable*) :
 - **études de conformité** : vérifier que la conception du palier est conforme aux exigences de sûreté applicables (notamment RDS + RGE) et que la démonstration de sûreté reste valide
 - **examen de conformité des tranches (ECOT)** : vérifier que l'état réel de chaque réacteur du palier est conforme à l'état de conception de référence (contrôles in situ)
 - démonstration de la connaissance/maîtrise des phénomènes de dégradations liés au vieillissement
 - **programme d'investigation complémentaire (PIC)**
 - à partir de VD3 : **dossier d'aptitude à la poursuite d'exploitation (DAPE)**
- ✓ Améliorer la sûreté des tranches (*réévaluation des exigences de sûreté*) :
 - les standards de sûreté les plus récents, incluant les règles de conception et de construction
 - les nouvelles exigences de sûreté des paliers les plus récents (EPR...)
 - l'évolution des pratiques et des connaissances en sûreté nucléaire
 - le retour d'expérience des réacteurs en service ou d'autres installations
 - l'évolution des connaissances techniques...

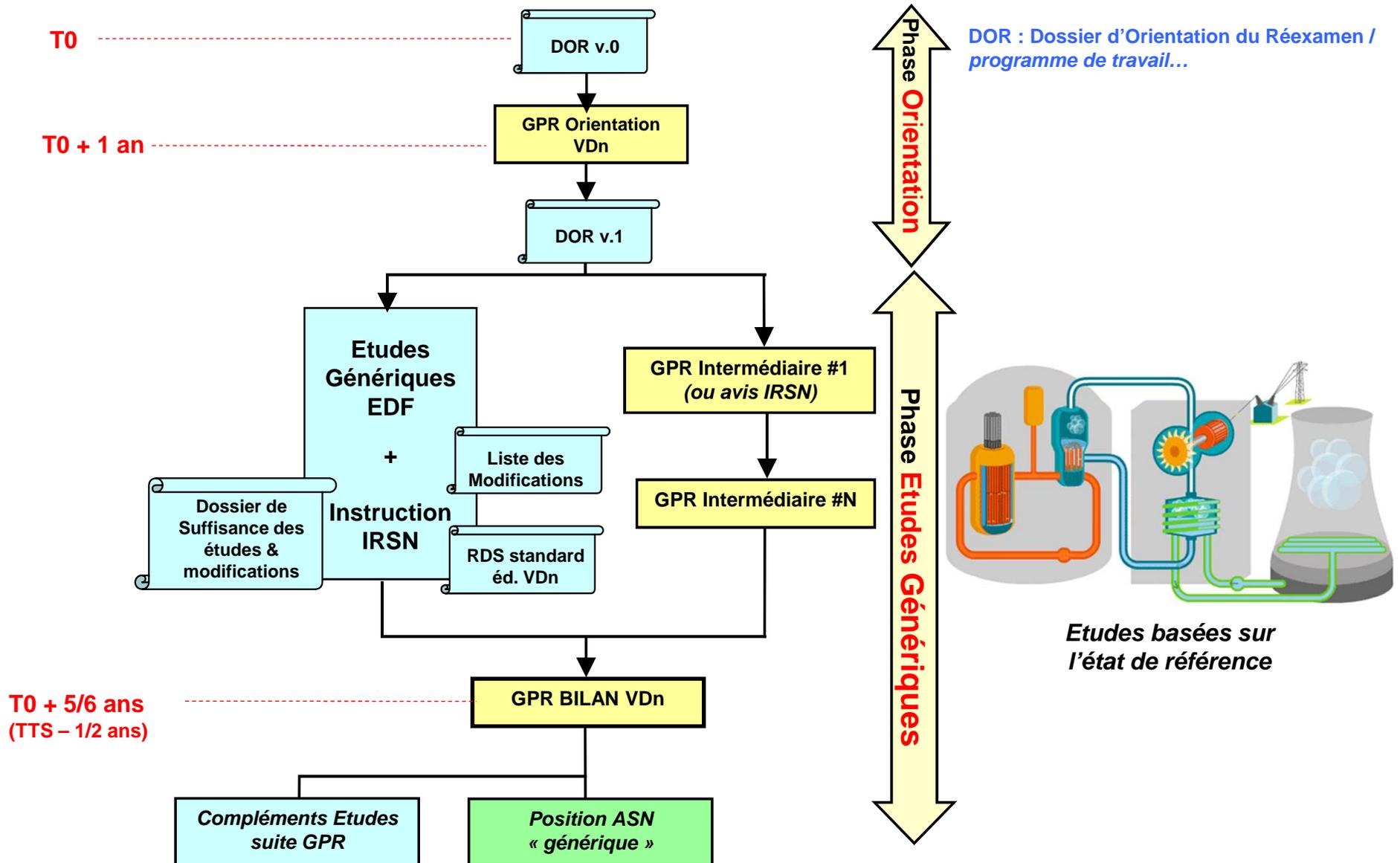
Processus Réexamen de Sûreté

□ PROCESSUS Etudes génériques / Réexamen réacteur

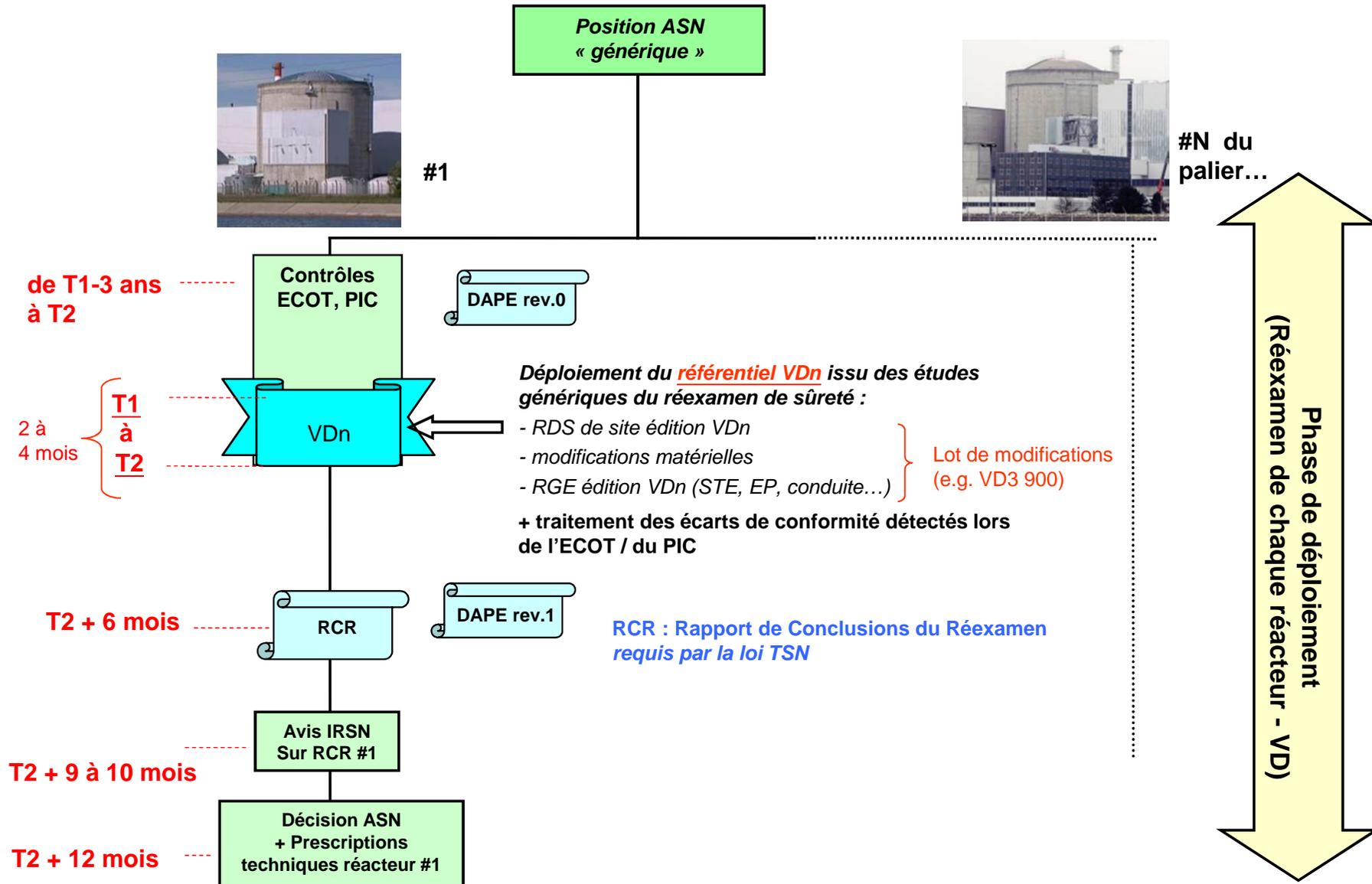
- études génériques menées sur les aspects communs à l'ensemble des réacteurs d'un palier et sur la base de l'état de référence (*fonctionnement systèmes, études d'accident, méthodologies/hypothèses d'études, critères de sûreté ...*) en amont du réexamen de chaque réacteur du palier ;
- chaque réacteur mène son réexamen (*au sens loi TSN*) en prenant en compte :
 - les conclusions des études génériques menées auparavant
 - son état réel de conformité / de réalisation / de fonctionnement
 - ses spécificités : source froide, agressions (séisme, températures ...), conception...



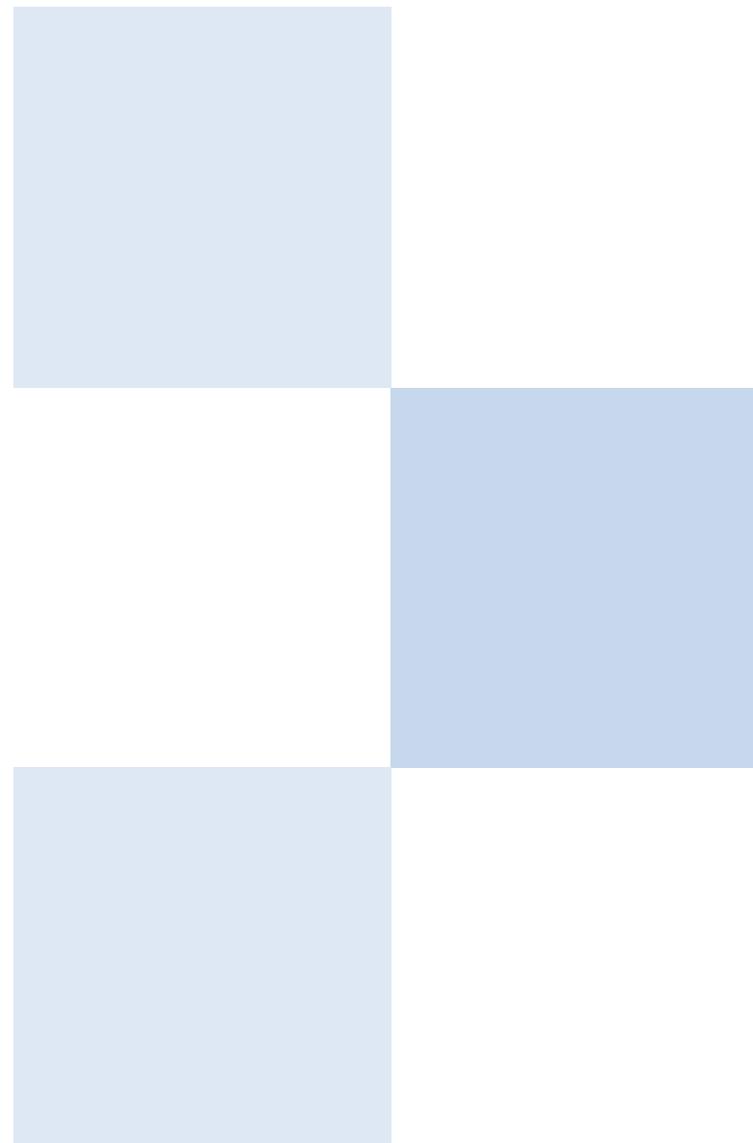
Processus Réexamen de Sûreté



Processus Réexamen de Sûreté



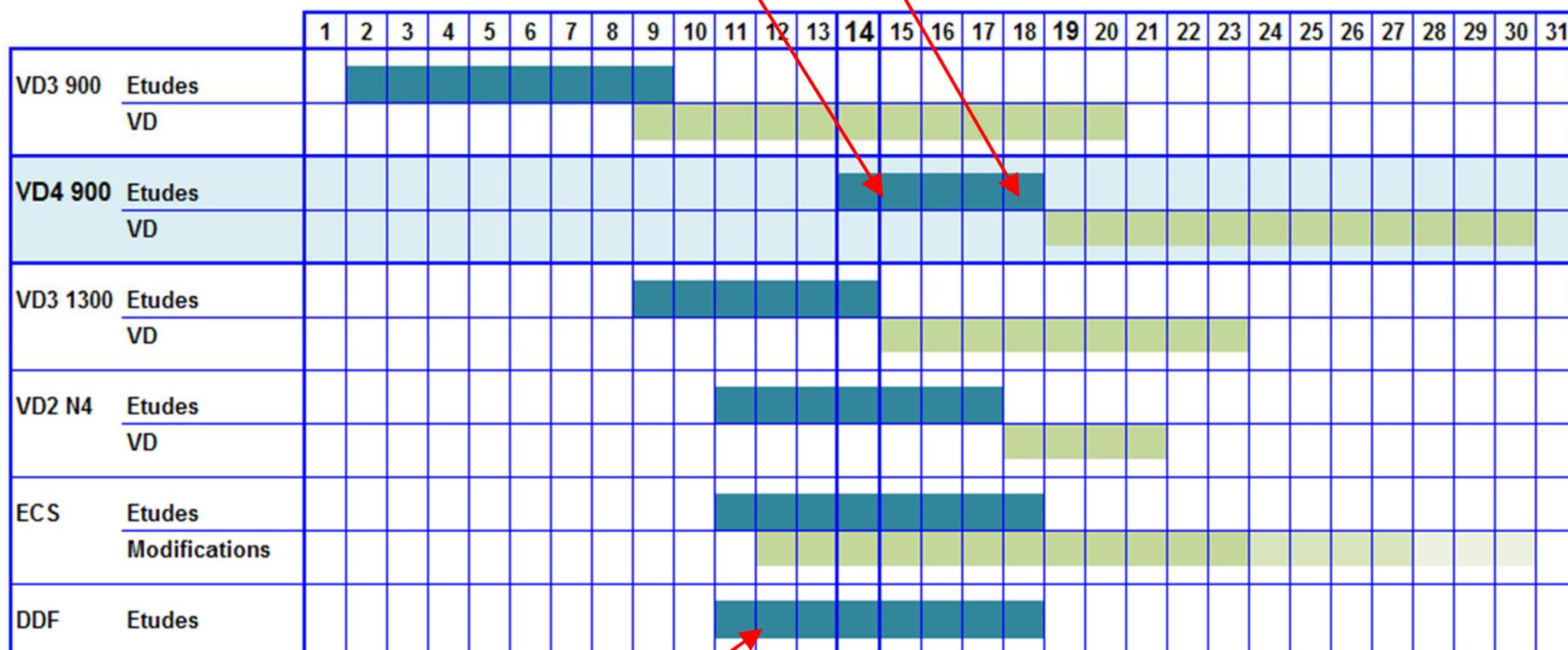
CALENDRIER



Calendrier

GPR « Orientations des études VD4 900 » : prévu début 2015

GPR « Bilan études VD4 900 »



Janvier 2012 : GPR « Extension durée de fonctionnement »

ENJEUX ASSOCIÉS AUX VD4

- ❖ **Maîtrise du vieillissement**
- ❖ **Extension de la durée de fonctionnement**
- ❖ **Évaluation complémentaire de sûreté - ECS**

Vieillessement - Principes

❑ Notion introduite en 2001 par l'ASN à l'occasion des VD3 900

- ✓ Création pour chaque réacteur lors des VD3 de DAPE (*Dossier d'Aptitude à la Poursuite de l'Exploitation*) : 1 dossier avant VD3 / 1 dossier après (*prise en compte des contrôles VD3*).

❑ OBJECTIFS

- ✓ Vérifier que les systèmes, composants et structures (SCS) IPS, soumis à des mécanismes de vieillissement, ne s'écartent pas des hypothèses de conception/réévaluées, par la mise en œuvre d'actions spécifiques (*amélioration des connaissances, modifications, conduite, exploitation, suivi en service, surveillance et inspections, maintenance courante/exceptionnelle ...*) afin :
 - d'exploiter les tranches en limitant, supprimant ou retardant les conséquences de ces mécanismes ;
 - de prévoir ou détecter suffisamment tôt si le SCS peut être dégradé au point de ne plus assurer ses fonctions de sûreté dans les conditions de fonctionnement prévues ;
 - de définir les parades à l'apparition de ces dégradations et de prendre les mesures correctives (*jusqu'au remplacement*) pour maintenir le niveau de sûreté.

Vieillessement - Principes

□ METHODOLOGIE - VD3 900

① Établissement de Fiches d'Analyse du Vieillessement (FAV)

- ✓ recensement des composants sensibles
- ✓ identification des SCS IPS sujets au vieillissement
 - création de couples [SCS - mode de vieillissement]
 - ouverture de FAV pour chaque couple
 - 15000 SCS examinés
 - 500 couples « SCS - mode de vieillissement » créés (FAV)
- ✓ classement des FAV selon 2 catégories :
 - dispositions courantes d'exploitation/maintenance pour suivre/maîtriser le phénomène de vieillissement suffisantes + actions de réparation/remplacement possibles
 - ➔ environ 400 FAV génériques
 - actions de maîtrise ou de surveillance du mode de vieillissement et de ses effets difficiles, ou réparation/remplacement difficile
 - ➔ solde des FAV génériques (FAV sensibles)

Vieillissement - Principes

② Création de « DAPE génériques » regroupant les SCS affectés de FAV « sensibles »

DAPE générique (SCS)	Principaux Modes de vieillissement
cuve	fragilisation sous irradiation, vieillissement thermique
équipements internes de cuve	irradiation, usure, fatigue
pressuriseur	vieillissement thermique, fatigue
GV	taux de bouchage, corrosion sous contrainte
GMPP	érosion par cavitation
tuyauteries principales CPP	vieillissement thermique (coudes moulés, piquages)
tuyauteries auxiliaires CPP	fatigue thermique
traversées électriques	vieillissement
câbles électriques	vieillissement (points chauds)
contrôle-commande	vieillissement
enceinte de confinement	relaxation précontrainte, corrosion peau étanchéité
structures Génie Civil	alcali-réaction

Vieillessement - Principes

③ Pour chaque réacteur, création d'un « DAPE de tranche »

✓ positionnement de l'exploitant concernant les dispositions prises pour maîtriser le vieillissement des SCS (Programme de gestion du vieillissement) vis-à-vis :

- des DAPE génériques
- des FAV particulières (SCS non couverts par les DAPE génériques)
- des spécificités de site ou de tranche

en prenant en compte :

- les particularités de conception / de réalisation
- l'état réel des SCS
- les conditions d'exploitation et de maintenance

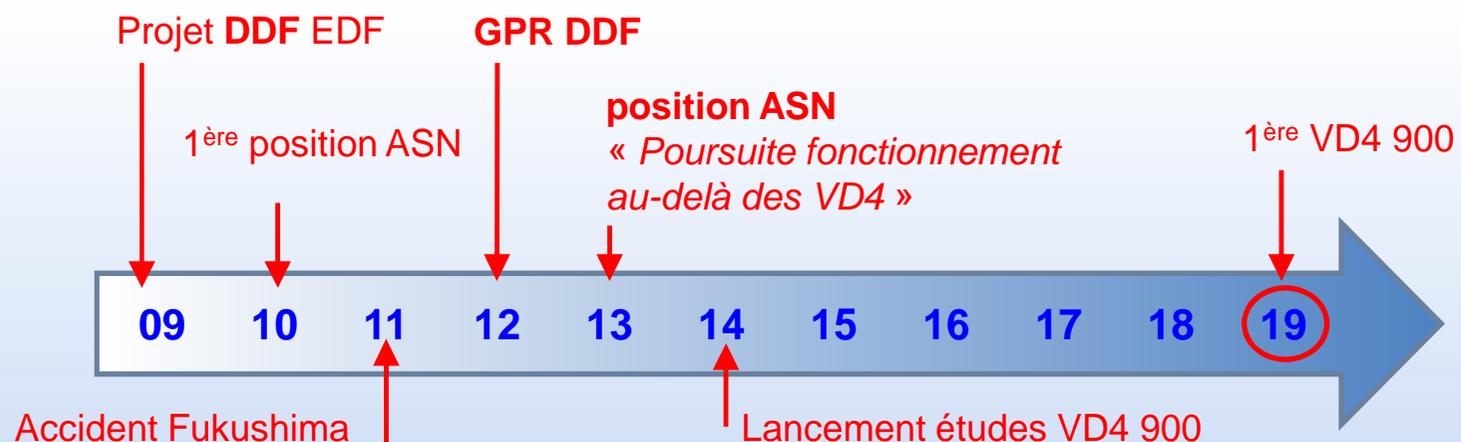
destiné à vérifier la poursuite de l'exploitation à VD3+10 ans au moins dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

➔ Méthodologie reconduite sur VD3 1300.

Projet Extension durée de fonctionnement

□ 2009 - Projet EDF : extension de la durée de fonctionnement (DDF)

- ✓ EDF fait part à l'ASN de son objectif
 - « *d'étendre la durée de fonctionnement de son parc significativement au-delà de 40 ans, tout en se plaçant dans le cadre du cadencement décennal des réexamens* »
 - de maintenir ouverte l'option d'une DDF de 60 ans pour l'ensemble des réacteurs de son parc.
- ✓ Deux grandes orientations du programme industriel EDF :
 - poursuite de l'amélioration continue du niveau de sûreté et de protection de l'environnement
 - traitement anticipateur des effets de vieillissement ou d'obsolescence de certains composants



Projet Extension durée de fonctionnement

□ Juin 2010 - Première position ASN : Deux axes à respecter

✓ Réévaluation de sûreté

- les études de réévaluation doivent être conduites « *au regard des objectifs de sûreté applicables aux nouveaux réacteurs, tels que ceux proposés au niveau européen par l'association WENRA, ou ceux applicables au réacteur EPR.* »
- réduire les conséquences ET les probabilités d'occurrence des accidents de fusion du cœur

✓ Vérification de conformité

- traitement de l'ensemble des écarts / anomalies au plus tard lors des VD4
- démonstration de la qualification exhaustive des matériels

Projet Extension durée de fonctionnement

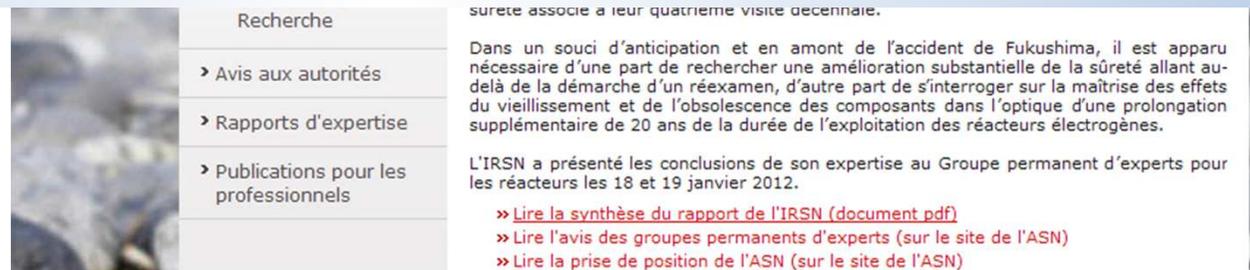
□ Janvier 2012 - GPR DDF

- ✓ Vieillessement
- ✓ Démarche générale de sûreté



The screenshot shows the IRSN website interface. The main navigation bar includes 'L'IRSN', 'LA RECHERCHE', 'AVIS ET RAPPORTS', 'PRESTATIONS ET FORMATIONS', 'CARRIÈRES', and 'ACTUALITÉS ET PRESSE'. A red circle highlights the article title: 'Synthèse du rapport de l'IRSN sur le programme associé au projet d'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs du parc en exploitation'. Below the title, the publication date is '02/07/2013'. The article text begins with: 'L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) a sollicité l'avis du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs (GPR) sur le contour et les orientations des études génériques à mener dans le cadre de la prolongation de la durée de fonctionnement (DDF) des réacteurs nucléaires du parc en exploitation jusqu'à 60 ans.'

http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_gp/gp-reacteurs/Pages/Synthese-rapport-IRSN-duree-fonctionnement-reacteurs-EDF.aspx



The screenshot shows a sidebar menu on the left with the following items: 'Recherche', 'Avis aux autorités', 'Rapports d'expertise', and 'Publications pour les professionnels'. The main content area shows the beginning of an article with the text: 'sureté associée à leur quatrième visite décennale. Dans un souci d'anticipation et en amont de l'accident de Fukushima, il est apparu nécessaire d'une part de rechercher une amélioration substantielle de la sûreté allant au-delà de la démarche d'un réexamen, d'autre part de s'interroger sur la maîtrise des effets du vieillissement et de l'obsolescence des composants dans l'optique d'une prolongation supplémentaire de 20 ans de la durée de l'exploitation des réacteurs électrogènes. L'IRSN a présenté les conclusions de son expertise au Groupe permanent d'experts pour les réacteurs les 18 et 19 janvier 2012.'

- » Lire la [synthèse du rapport de l'IRSN \(document pdf\)](#)
- » Lire l'avis des groupes permanents d'experts (sur le site de l'ASN)
- » Lire la prise de position de l'ASN (sur le site de l'ASN)

Projet Extension durée de fonctionnement

□ Janvier 2012 - GPR DDF

✓ Traitement préventif du vieillissement / obsolescence

- processus de maîtrise du vieillissement
- traitement de l'obsolescence et orientation des rénovations
- maintenance exceptionnelle (réparation / rénovation / remplacement)
- développement de nouvelles méthodes de contrôle
- qualification des équipements en conditions accidentelles
- maîtrise des conditions d'exploitation

visent le maintien
de la conformité
dans le temps !

→ distinction composants remplaçables / non-remplaçables : cuve , enceinte

- maintien de la qualification dans le temps
- renforcement politique de surveillance
- anticipation obsolescence
- anticipation opérations maintenance

- évolutions hypothèses / méthodes de démonstration
- connaissances sur l'évolution des propriétés mécaniques de la cuve (prog. de surveillance de l'irradiation)
- contrôles de la zone de cœur

Projet Extension durée de fonctionnement

□ Janvier 2012 - GPR DDF

✓ Démarche de sûreté

- définition d'objectifs généraux de sûreté vis-à-vis des accidents :
 - dimensionnement : pas de mise en œuvre de mesures de protection des populations
 - réduction de la fréquence des scénarios conduisant à des rejets importants et précoces
 - limitation des conséquences radiologiques des accidents graves
- prévention des accidents graves (renforcement des réserves en eau/électricité...)
- évaluation du comportement des réacteurs pour des transitoires non pris en compte à la conception mais retenus pour l'EPR
- prévention des risques liés aux incendies et aux séismes
- élargissement du domaine de couverture des EPS de niveaux 1 & 2
- tenue des équipements aux conditions d'accident grave
- amélioration des conditions d'exploitations en termes de facteur organisationnels et humains
- suivi renforcé de la « source froide »
- entreposage du combustible en piscine de désactivation
- adhérence avec ECS...

Projet Extension durée de fonctionnement

□ Juin 2013 - Position ASN - Trois axes :

- ✓ Amélioration de la sûreté (études, conception, exploitation)
 - améliorer la sûreté au regard des nouvelles exigences EPR / des nouveaux réacteurs
 - réduire l'impact radiologique des accidents de dimensionnement
 - dispositions à fort impact sur la prévention des AG et la limitation des conséquences radiologiques
 - améliorer fortement la sûreté de l'entreposage du combustible (*nouvelles modalités*)
 - *autres études visant à améliorer la sûreté :*
 - *vérification de l'absence de perte d'intégrité par interaction pastille-gaine (IPG)*
 - *qualification des équipements neufs en situation d'AG*
 - *élargissement du domaine de couverture des EPS*

Projet Extension durée de fonctionnement

□ Juin 2013 - Position ASN - Trois axes :

✓ Maîtrise du vieillissement (maintien de la conformité)

- R&D et REX pour l'identification des phénomènes de vieillissement
- justification de la tenue mécanique des cuves et critères associés
- caractère suffisant des opérations de maintenance exceptionnelle et de leur anticipation
- renforcement des programmes de contrôles visant à se prémunir des risques liés au vieillissement
- R&D dans le domaine des examens non destructifs (END) pour conforter les marges nécessaires à la démonstration de tenue en service des EIP
- disponibilité des outillages de contrôle
- prise en compte du vieillissement sur les câbles électriques qualifiés
- surveillance des tuyauteries enterrées

Projet Extension durée de fonctionnement

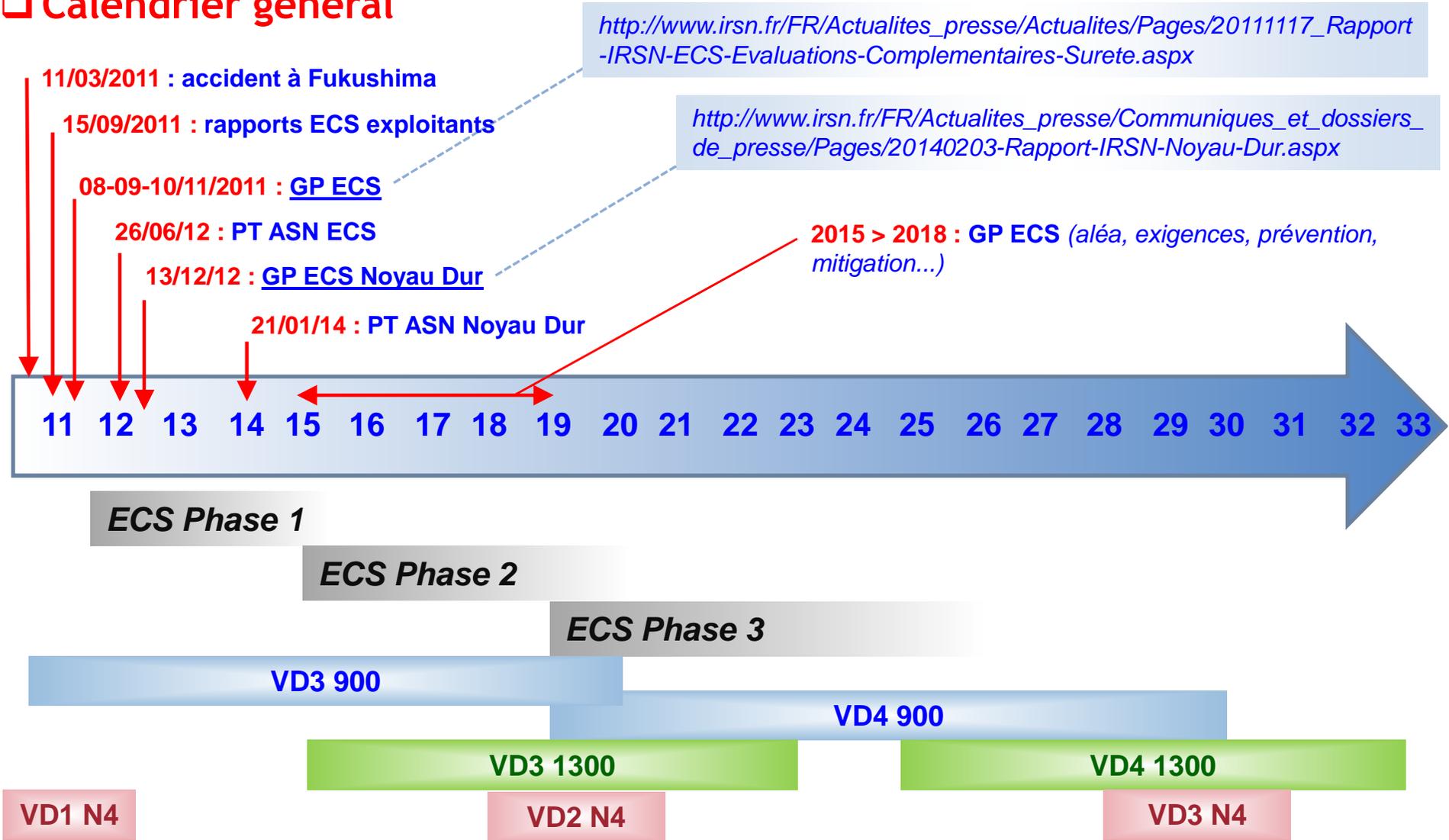
□ Juin 2013 - Position ASN - Trois axes :

✓ Conformité des installations

- renforcer les contrôles de conformité in situ
- réaliser les travaux / améliorations nécessaires à l'échéance des VD4

ECS

□ Calendrier général



□ Enseignements de l'accident du 11 mars 2011

- ✓ améliorer la robustesse des sites nucléaires vis-à-vis des aléas naturels (séisme et inondation, et effets induits) de niveaux extrêmes, en termes :
 - de protection / prévention,
 - de maîtrise des situations pouvant en résulter
 - de mitigation de ces situations
- ✓ « *niveaux extrêmes* » en termes de :
 - sévérité de l'aléa (intensité séisme, hauteur inondation...)
 - cumul + durée des situations *Perte totale source froide* (H1) + *Perte totale des alimentations électriques* (H3)
 - tranches affectées.

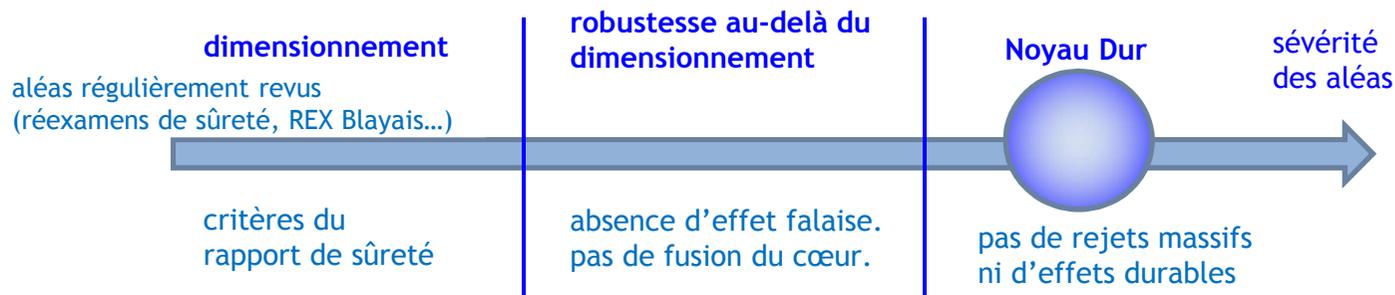
Objectif : pas de rejets massifs/durables dans l'environnement.

ECS

□ Noyau Dur

✓ Objectifs :

- prévention de la fusion du cœur et du découvrement de combustible en piscine ;
 - mitigation des conséquences radiologiques en cas de fusion partielle ou totale du cœur ;
 - permettre à l'exploitant d'assurer la gestion de crise, en cas notamment de rejets court-terme.
- ✓ assure ses fonctions en tenant compte du cumul et des effets induits par les aléas, y compris ceux liés à l'environnement industriel et aux voies de communications.
- ✓ s'appuie (*le plus possible*) sur des systèmes/équipements indépendants de ceux en place. Les SSC existants en interface avec le noyau dur doivent répondre aux mêmes exigences.



□ Calendrier ECS pour les REP

- ✓ EDF : articulation des études et des modifications en 3 phases

ECS

□ Phase 1 (2012 - 2015)

- ✓ Couvrir à court terme des situations H1 ou H3 plus sévères que celles considérées jusqu'à présent (cumul H1+H3, multi-tranches, durées étendues) pour réduire le risque de fusion du combustible :
 - mesures d'organisation :
 - FARN (force d'action rapide nucléaire),
 - moyens de gestion de crise (télécom, gestion de crise dans des locaux robustes...),
 - renforcement des BDS (blocs de sécurité) au séisme (SMS) et à l'inondation (CMM),
 - moyens mobiles de sûreté (pompes, groupes électrogènes, flexibles) permettant une réalimentation en eau / air / électricité par la FARN (piquages FARN) pour conduire la tranche en situation H1+H3 ;
 - AAR sismique (arrêt auto du réacteur) ;
 - essais de pompage en nappe phréatique (faisabilité 'appoint ultime' utilisant une source d'eau indépendante de la source froide) - réalisé sur Fessenheim;
 - moyens provisoires de conception :
 - 1 groupe électrogène (GE LLS ou mini-DUS \approx 100 kW) par tranche (disposé sur toit du BAN) permettant l'alimentation électrique minimale, dans l'attente du DUS (diesel d'ultime secours),
 - piquages pour pompe H3.2 (injection d'eau dans le circuit primaire à 20 bar),
 - inondation : protection des premiers sites ;
 - séisme : études sismiques.

ECS

□ Phase 2 (2015 - 2020)

- ✓ Compléter les moyens « phase 1 » par des moyens définitifs de conception et d'organisation, robustes aux agressions extrêmes définies, et mise en place des premiers éléments « Noyau Dur » pour une meilleure couverture des situations H1 ou H3 de la phase 1 :
 - en remplacement du mini-DUS, un diesel d'ultime secours (DUS, 3,6 MW, 1/tr) alimentant les équipements requis en situation H3 (notamment une motopompe ASG) ;
 - réalimentation de la ventilation de la salle de commande (DVC) et de la ventilation de l'espace entre-enceintes (EDE, sur 1300/N4) par le mini-DUS (en attente du DUS) ;
 - appoint ultime (APu, 1/tr), avec source d'eau ultime (SEu) dédiée, alimentant ASG (eau de secours des GV), PTR (eau d'injection dans le circuit primaire) et la piscine BK (refroidissement des éléments combustibles) : utilisation d'un forage en nappe phréatique ou de bassins (selon site), création d'un local de pompage/vannage, dispositifs mobiles d'alimentation...
 - paniers de tétraborate de soude (alcanisants) dans les puisards du bâtiment réacteur (BR) pour réduire la production d'iode gazeux dans l'enceinte pour les tranches sans grappes AIC (argent indium cadmium) 1300/N4 ;

ECS

□ Phase 2 (2015 - 2020) - Suite...

- construction d'un centre de crise local (CCL) robuste (1/site) ;
- renforcement au séisme du système U5 d'éventage/filtration de l'enceinte (résistance a minima au SMHV) ;
- remplacement des joints des motopompes primaires (GMPP) par des joints passifs GMPP évitant une brèche primaire en cas d'absence d'injection aux joints des GMPP en situation H3 ;
- grément/déploiement des ressources humaines sur tous les CNPE pour être en capacité de gérer les situations extrêmes sur toutes les tranches d'un CNPE ;
- premières dispositions permettant d'éviter le dénoyage d'éléments combustible en cas de brèches ;
- mise en place de mesures de détection corium et de détection H2 dans le BR redondantes ;
- inondation : protection du solde des sites, protection du Noyau Dur (pluies de forte intensité, rupture de réservoirs sous séisme) ;
- séisme : premières modifications.

ECS

□ Phase 3 (à partir de ≈2019)

- ✓ Déploiement complet et final des moyens (notamment Noyau Dur) pour couvrir les situations extrêmes :
 - raccordement du **DUS** pour alimenter les équipements Noyau Dur ;
 - évacuation de la puissance résiduelle (situations « circuit primaire repressurisable ») par les GV par un système ASG indépendant (**ASGu**) alimenté par l'appoint ultime (**APu**) ;
 - ajout d'une motopompe 'noyau dur' d'appoint au circuit primaire (pompe ND U3) ;
 - finalisation de l'APu aux utilisateurs ASG, PTR et piscine BK (liaisons fixes et postes de vannage) ;
 - mise en place d'un contrôle-commande ultime (**CCU**) et de l'instrumentation définitive du noyau dur ;
 - renforcements des SSC en interface avec le noyau dur (lignes d'injection au circuit primaire, aux GV...) ;
 - création d'un système de refroidissement de l'enceinte (**EASu**) permettant l'évacuation de la puissance résiduelle dans l'enceinte.

Dossier VD4 900

□ Dossier d'orientation du réexamen de sûreté (DOR) VD4 900

- ✓ dossier EDF : février 2014
- ✓ GP « Orientation des études à mener en VD4 900 » :
 - cadrage ASN - IRSN - EDF : 12 février 2014
 - tenue GPR : mars 2015
- ✓ compléments attendus en juin + septembre 2014

□ Autres GPR en lien avec VD4 900

- ✓ études « CPP/CSP »
- ✓ vieillissement
- ✓ ECS : 1^{er} déploiement noyau dur sur « tête de série » (TTS) VD4 900