

Les évaluations complémentaires de sûreté

Présentation

20 janvier 2012

Martial JOREL
Caroline LAVARENNE
Karine HERVIOU

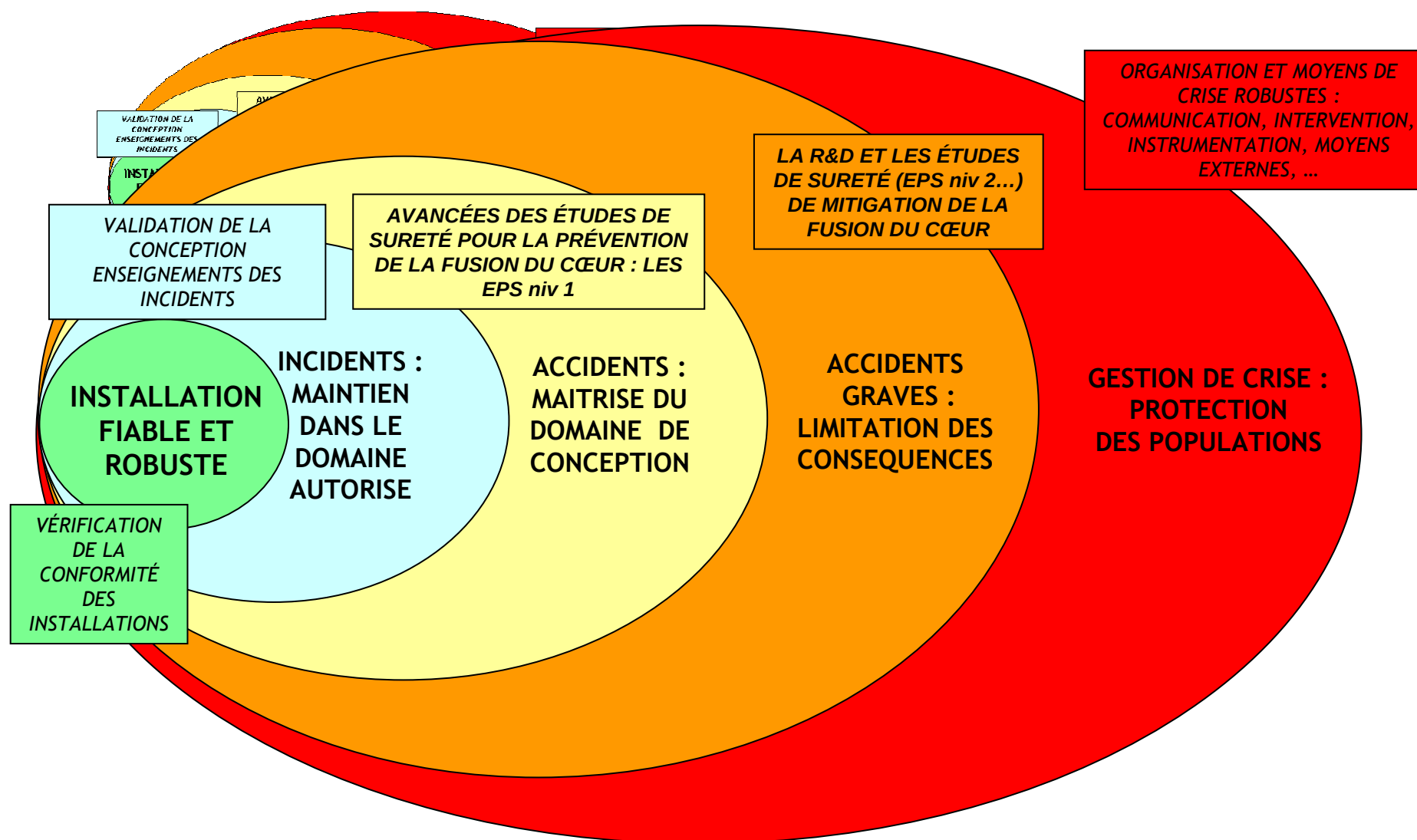
Présentations ECS - 20 janvier 2012



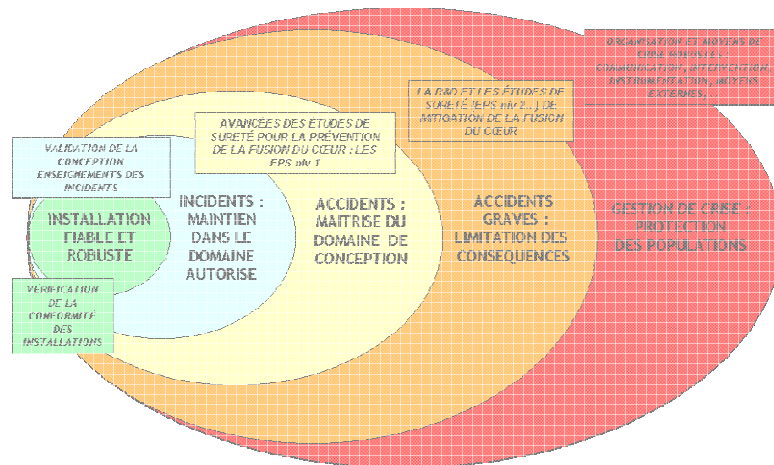
Sommaire

1. Rappel sur les ECS - origine, contours, méthode
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. Conclusion

La situation « classique » (1/3)



La situation « classique » (2/3)



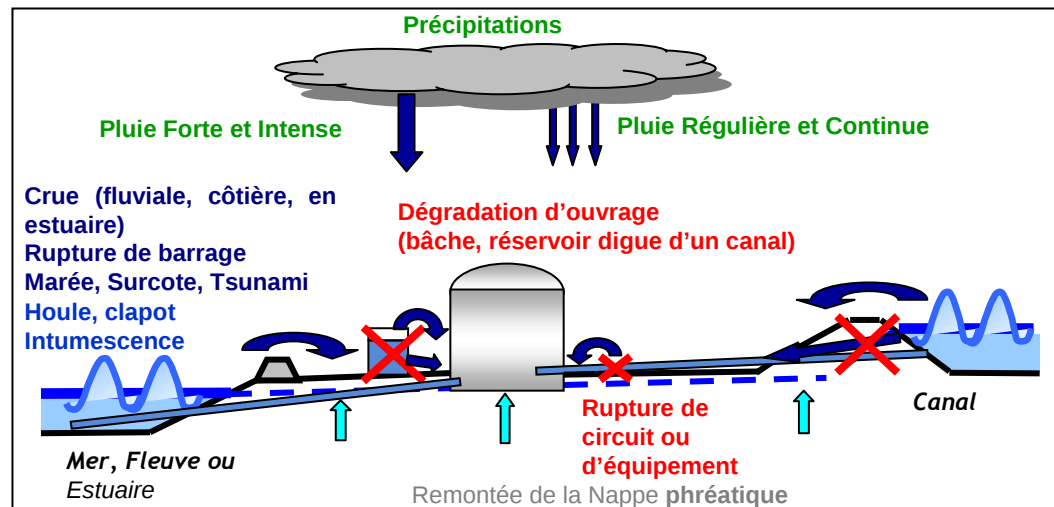
■ Une analyse qui s'appuie sur la défense en profondeur

■ La prise en compte des agressions (séisme, inondation...)

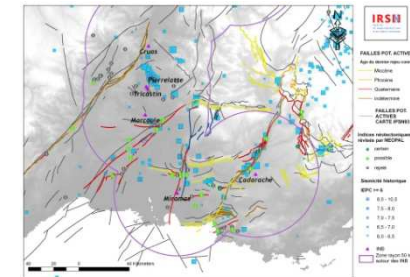
Inondation



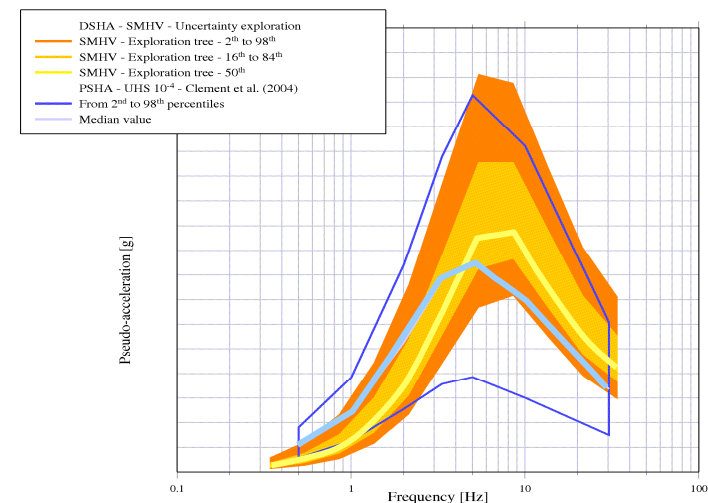
- Evolution de la méthodologie de protection : « REX BLAYAIS » (conditions supplémentaires)
- Rédaction d'un « guide inondation » actualisé (examen par les GP en 2012)



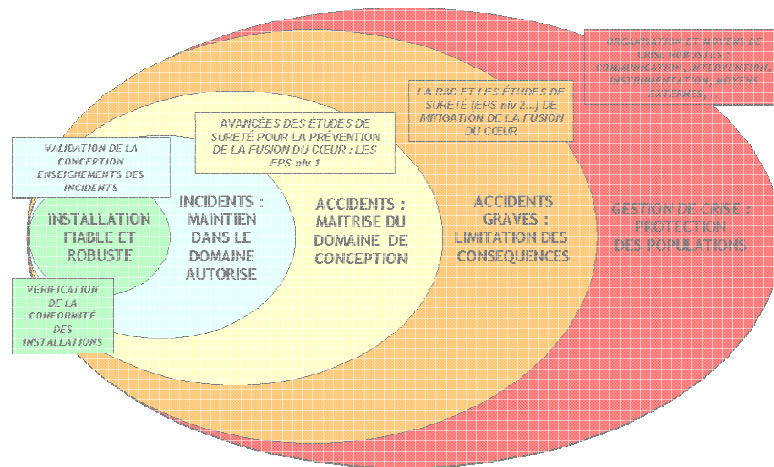
Séisme



- Evaluation de l'aléa + élaboration RFS & guide
- Reprise des études de comportements sismiques conduisant à des renforts de génie civil, requalifications de matériel
- Etudes exploratoires et anticipatrices de révision des référentiels (périodes de retour, incertitudes,)

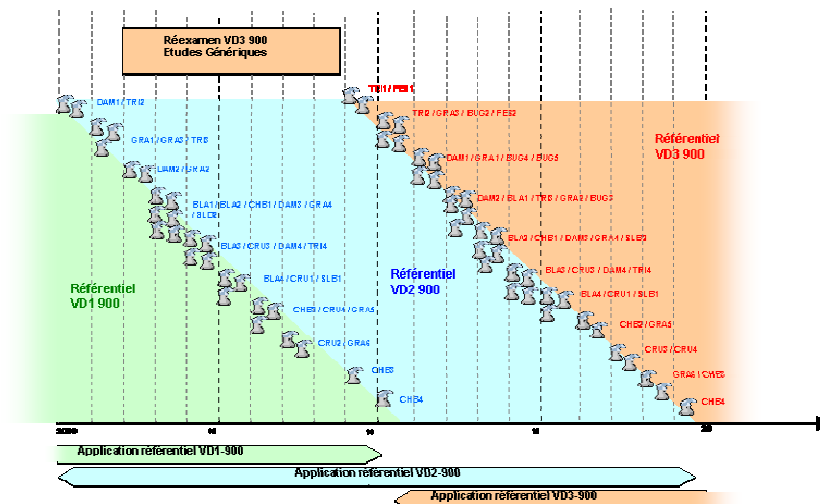


La situation actuelle (3/3)



■ Une analyse qui s'appuie sur la défense en profondeur

■ La prise en compte des agressions

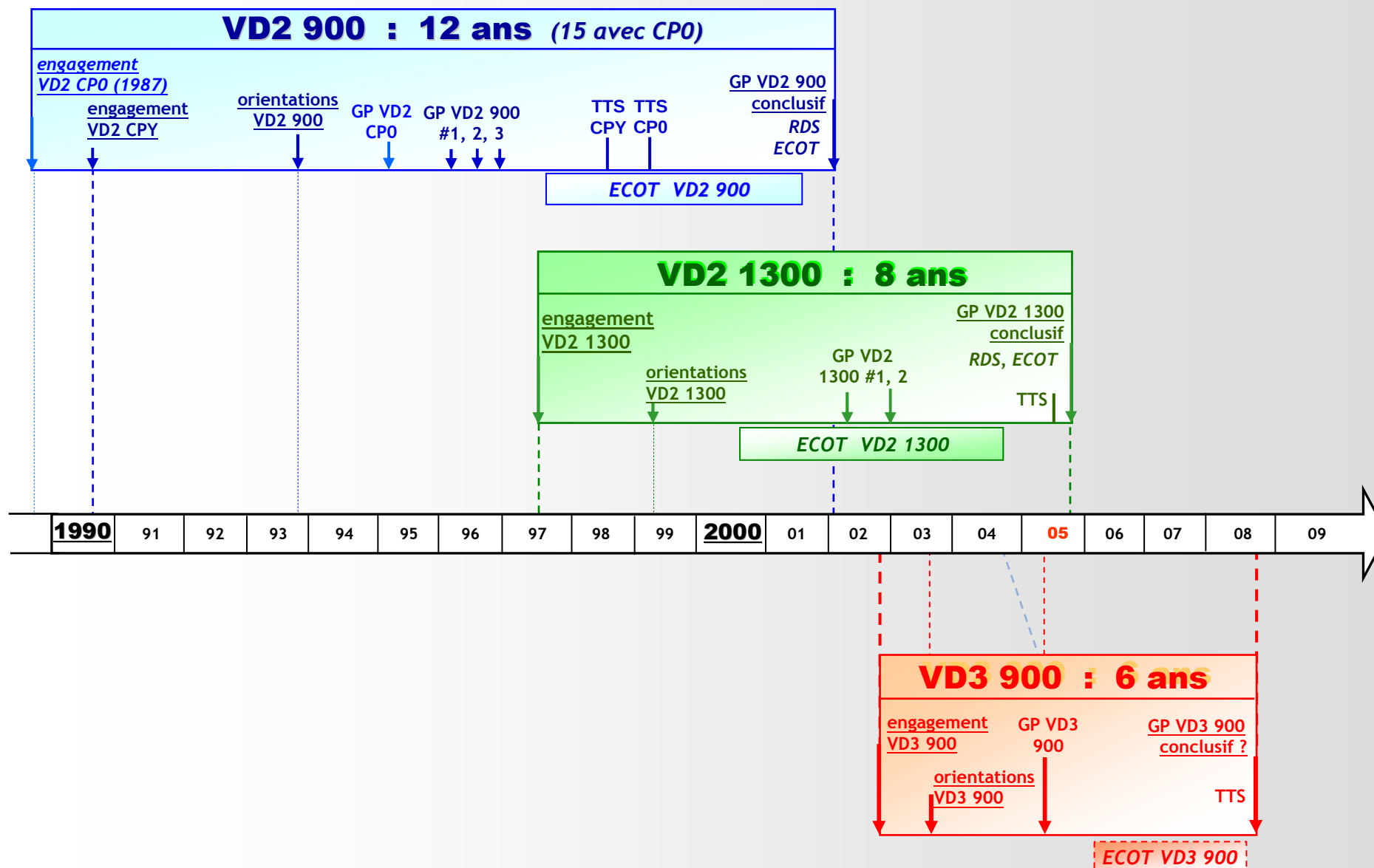


■ Une démarche pour « faire avancer la sûreté » qui s'appuie sur les réexamens décennaux

LES RÉEXAMENS DE SÛRETÉ SONT DEVENUS RECEMMENT UNE EXIGENCE RÉGLEMENTAIRE (LOI TSN)

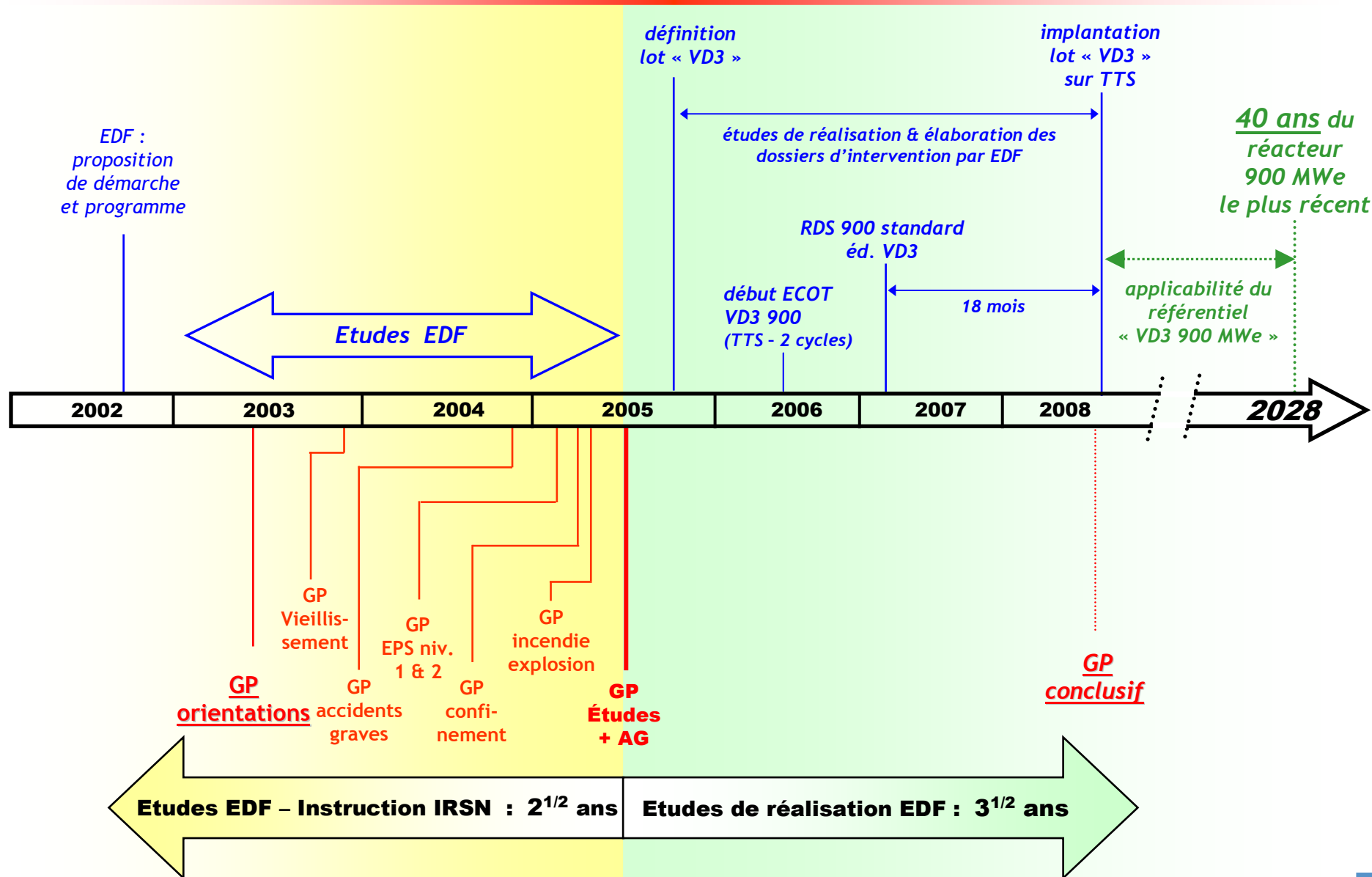
- Permettent de comparer la sûreté de l'installation
 - **à son niveau de sûreté initial**, afin de vérifier qu'il n'y a pas eu de dégradations depuis la mise en service,
 - **à celle des paliers en exploitation les plus récents** (référence) (et juger de l'acceptabilité des écarts ou de la nécessité d'y remédier)
- constituent un **complément aux examens de sûreté réalisés lors de la mise en service** des tranches (Champ d'examen ciblé sur les domaines présentant les plus grandes évolutions, Permet d'améliorer la sûreté et la conformité)
- permettent **d'évaluer les domaines pour lesquels le REX apporte peu d'enseignements** (Agressions externes et internes, Fonctionnement des systèmes de sauvegarde et de protection, Matériels statiques, Situations couvertes par les études (EPS...))

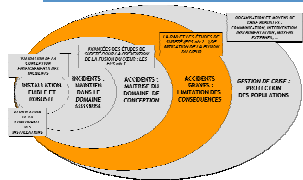
2. Historique des réexamens de sûreté



3. Calendrier du réexamen VD3 900 MWe

Réexamen de sûreté VD3 900 MWe





Des études dans le domaine des accidents graves

Modifications réalisées

Mise en place de recombineurs d'hydrogène.

Fiabilisation des soupapes du circuit primaire pour dépressuriser en situation d'AG

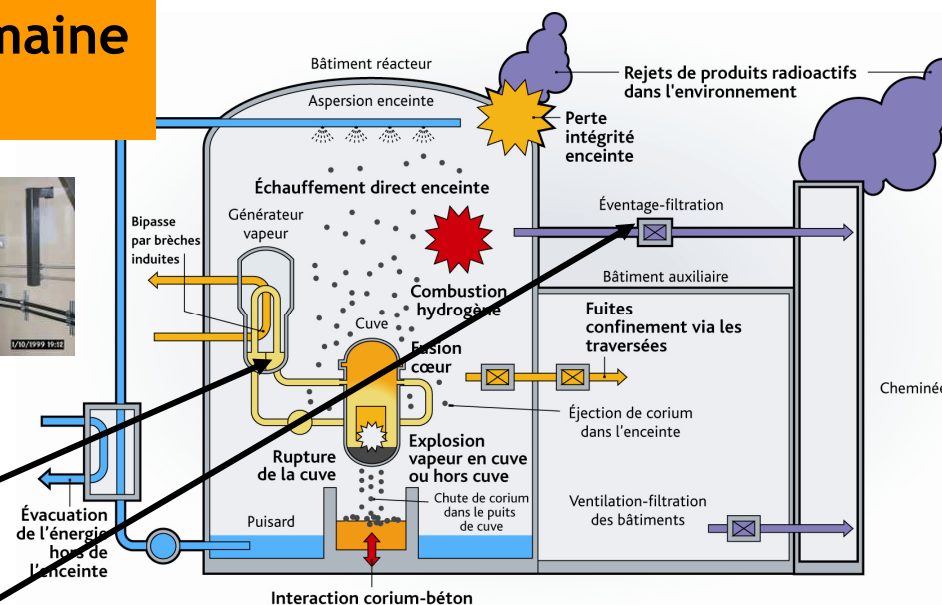
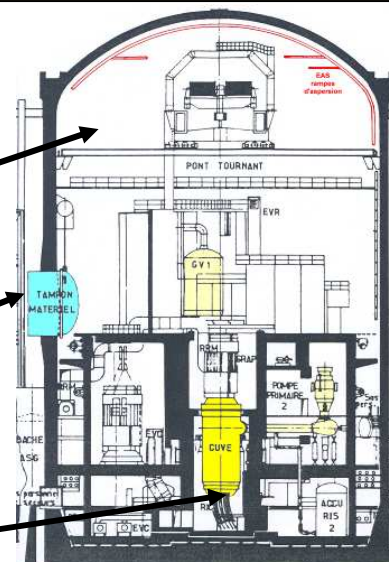
Mise en place d'un filtre à sable pour contrôler les rejets en situation d'AG

Modifications « VD3 »

Implantation mesure H2

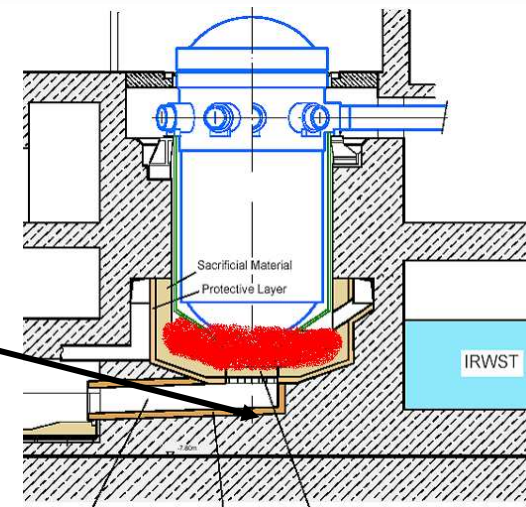
Renforcement boulons TAM

Détection percée cuve



Analyse récupérateur corium EPR

Contre expertise de la conception au moyen des connaissances acquises



Poursuite des réflexions (réduction des risques de rejet) dans la perspective d'extension de la DDF des réacteurs

Exemples de suites VD3 900 MWe

- Accidents graves
 - Modifications (détection percée cuve, évaluation risque H2,)
- Confinement
 - Modification boulonnerie TAM (tenue en AG)
 - Modifications traversées sensibles
- Incendie/explosions internes
 - Modifications (risque H2)
- Agressions externes
 - Amélioration autonomie réacteurs, modifications risque canicule ..
 - Renforcements sismiques
- Vidange rapide piscine BK
 - Modification (protection vidange rapide)
-

Sommaire

1. Rappel sur les ECS - origine, contours, méthode
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. Conclusion

1.1 L'origine des ECS

1^{ers} enseignements « à chaud » de l'accident

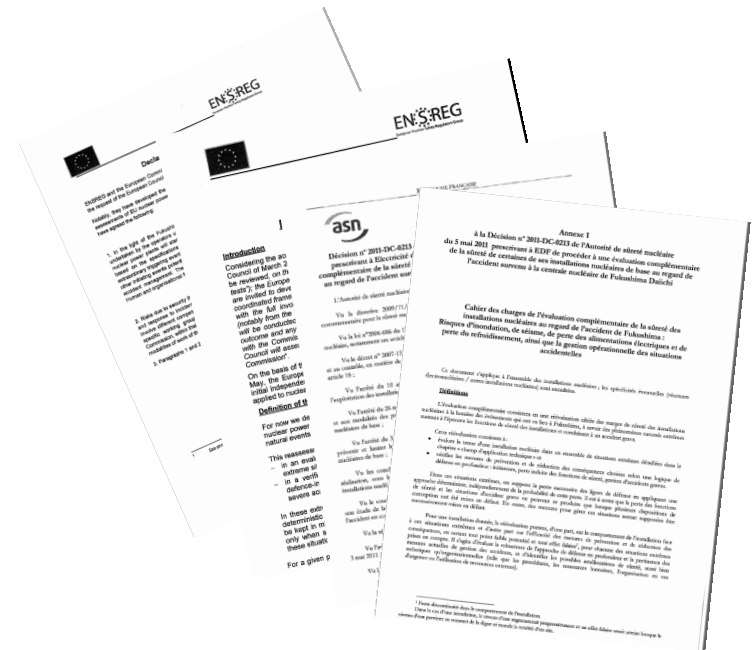
- Dimensionnement inapproprié de la centrale face aux agressions naturelles
- Pertes durables du refroidissement et des alimentations électriques
- Défaillances affectant toutes les installations d'un site - difficultés de la gestion à long terme.

Réactions nationales et internationales

- Demande du Premier Ministre à l'ASN le 23 mars
- Réunions du Conseil européen des 24-25 mars

Cahier des charges «européen» proposé par WENRA (21 avril)

- Établissement du **cahier des charges de l'ASN** élargi aux autres installations avec la participation du HCTISN (ajout d'un volet « sous-traitance »)
- Acceptation du cahier des charges WENRA par l'ENSREG et la CE (25 mai 2011)



1.2. Contenu du cahier des charges (décisions de l'ASN)

3 volets

Agression



Perte de fonction



Situation d'AG

- La robustesse aux agressions
- La robustesse aux pertes de refroidissement ou d'alimentations électriques
- La robustesse des moyens prévus pour gérer un accident grave et la situation de crise

Une approche graduée

Jugement de l'ingénieur



1.3 Méthode - Un examen faisant appel à de multiples compétences

Aléas (séismes, inondations)

Connaissance de l'état réel des installations

Génie civil

Equipements

Agressions induites
(environnement industriel,
incendie, explosions, chutes
de charge...)



Aspects organisationnels et
facteur humain

Situations accidentelles

Gestion de crise

Radioprotection en situation
accidentelle

Accidents graves



1.3 Méthode

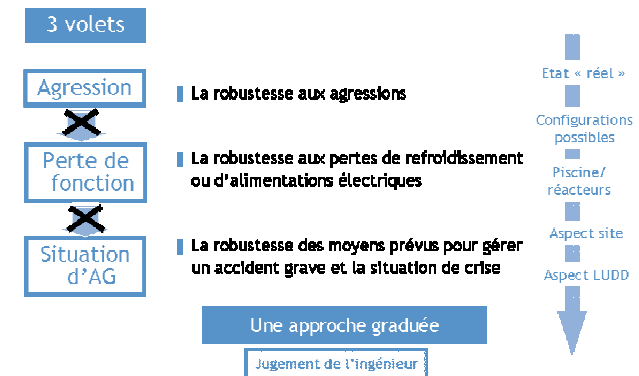
Choix d'instruction de l'IRSN

■ Analyse impliquant des compétences variées

- Sur les **thématiques techniques** (aléas, agressions, systèmes, AG, crise...)
- Sur des « **objets différents** » (REP, réacteurs d'expérimentation, laboratoires, usines, installations en cours de démantèlement...)

■ Analyse **par thème** et non par exploitant

- viser des **démarches cohérentes** pour tous les exploitants qui tiennent compte des spécificités des installations considérées



1.3 Méthode : réunion des GPE du 6 juillet

■ Instruction ciblée sur des problématiques, considérées comme fondamentales pour être en mesure de se prononcer sur la robustesse des installations ; Examen de la démarche retenue pour

- La définition de l'état des installations
- Les agressions allant au-delà du référentiel
 - choix des aléas pour le site, choix des équipements à vérifier, caractère plausible des aléas considérés...
 - événements ou effets induits par les agressions (incendie, explosion...) et ceux induits par l'environnement du site
- l'analyse des situations de perte des alimentations électriques ou des systèmes de refroidissement - ainsi que pour la robustesse des moyens prévus pour gérer ces situations
- l'analyse de la robustesse des moyens de gestion des accidents grave et de gestion de la crise - conditions d'intervention dans les situations d'accident induites par les situations considérées

Éléments d'appréciation retenus au final par les exploitants pour se prononcer sur la robustesse de leurs installations.

Conclusions des GPE suite à la réunion du 6 juillet 2011

Agression

Perte de
fonction

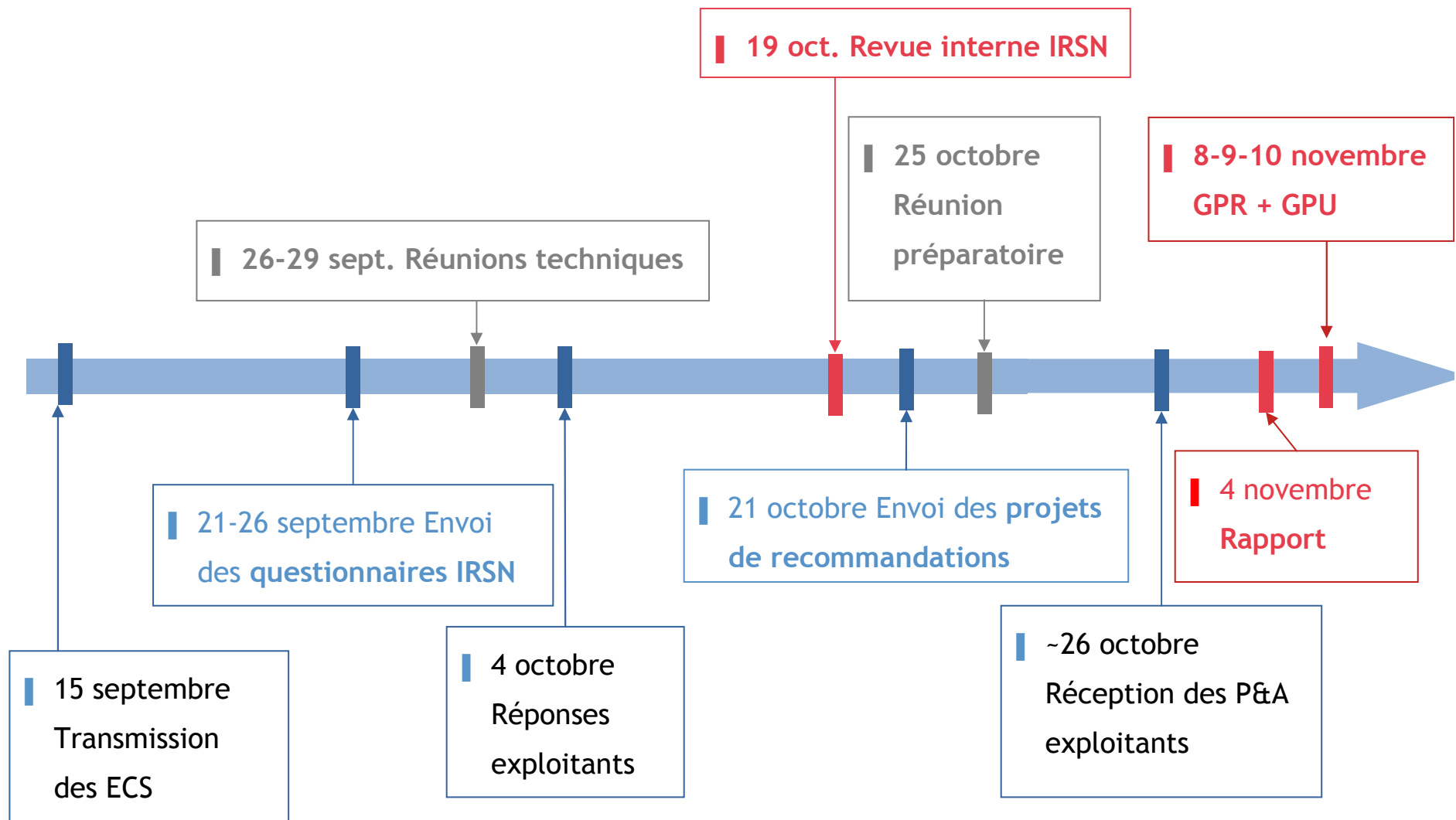
Situation
d'AG

- **Pas de « point dur » identifié :**
toutes les thématiques du cahier des charge traitées.
- Démarches présentées par les exploitants pour réaliser les évaluations complémentaires de sûreté jugées globalement satisfaisantes (sous réserve que les dossiers attendus à échéance de septembre 2011 incluent les compléments demandés)
- **Des demandes** : prise en compte des **écarts de conformité**, examen de conséquences de **ruptures de digues de canaux** (Alsace, Provence, Donzère), **prise en compte des agressions** dans les pertes de fonctions et AG, prise en compte **environnement**, disponibilité et accessibilité des **moyens communs** des sites...
- L'IRSN a souligné le **caractère ambitieux** de cet exercice d'évaluation de la robustesse des installations à l'égard de situations extrêmes. Il a estimé que la qualité de ces évaluations dépendrait de la rigueur des exploitants à déployer de manière approfondie les démarches qu'ils ont proposées.

Phase « intermédiaire » avant la réception des dossiers Etudes engagées, en parallèle, à l'IRSN

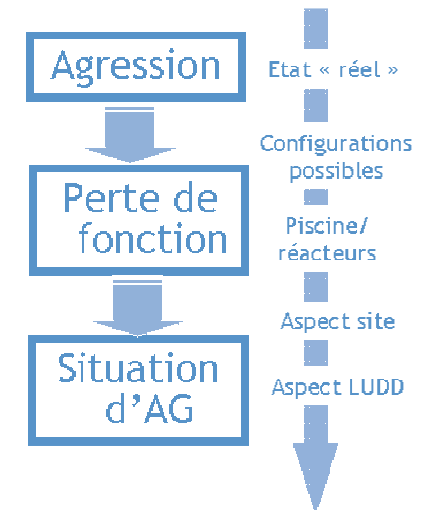
- le caractère « plausible » des séismes sur chaque site,
- le recensement des éléments relatifs aux dispositions de protection vis-à-vis de l'inondation,
- l'identification des écarts de conformité d'intérêt sur les REP,
- l'identification des équipements utilisés pour la gestion des situations de perte totale de la source froide et des sources électriques (et de leurs systèmes supports) et des phénomènes induits susceptibles de rendre difficile la gestion de ces situations,
- l'identification, sur la base des études probabilistes de niveau 2, des scénarios de faible probabilité d'occurrence mais ayant des conséquences très élevées (REP 900 MWe, EPR),
- l'identification de situations redoutées pour les installations nucléaires hors réacteurs électrogènes ainsi que des structures, systèmes et composants et des lignes de défenses mises en place pour y faire face,
- l'identification des différents scénarios pouvant affecter une piscine d'entreposage des assemblages de combustible usé à partir d'arbres d'événements pour les piscines des REP, de La Hague et autres,
- les risques induits par l'environnement industriel...

Calendrier d'instruction : les dossiers ECS



Sommaire

1. Rappel sur les ECS - origine, contours, méthode
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. Conclusion



2. La conformité des installations

- La maîtrise de la conformité des installations aux exigences de sûreté qui leur sont applicables est une condition sine qua non de leur sûreté. La conformité des installations permet :
 - ▶ de s'assurer de la capacité des installations à faire face aux accidents postulés dans le cadre du référentiel de sûreté,
 - ▶ **constitue ainsi un pré-requis à la robustesse des installations pour les situations considérées dans les ECS.**
- Sur la base de son propre recensement et après une analyse contradictoire, **l'IRSN considère de manière globale que les exploitants ont bien pris en compte les principaux écarts de conformité connus à la date du 30 juin 2011 dans leurs ECS.**
- **Il est toutefois nécessaire de compléter l'examen réalisé dans le cadre des ECS** par un examen plus détaillé des éléments participant à la maîtrise des fonctions de sûreté dans les situations considérées dans les ECS ▶ Examen prévu par les exploitants pour fin 2012 (dont événement induits).

2. Maintien dans le temps de la conformité des installations

- L'efficacité des processus existants
Quelle capacité des processus à remplir les fonctions attendues ?
 - ▶▶ Donner une image globale valide de l'état réel des installations
 - ▶▶ Identifier les éléments qui fragilisent la conception (caractérisation des écarts de conformité, vieillissement)
 - ▶▶ Elaborer, mettre en œuvre et suivre un plan d'actions propre à résorber les écarts de conformité en un temps raisonnable
- Des facteurs organisationnels clés :
 - ▶▶ Intégration de processus multiples
 - ▶▶ Pilotage opérationnel des processus
 - ▶▶ Gestion de la traçabilité requise aux différentes étapes des processus
 - ▶▶ Les agresseurs potentiels de conformité (pérennité de la qualification des équipements et des systèmes)
- Il est essentiel que les exploitants poursuivent les réflexions et les actions engagées relatives à l'organisation du maintien en conformité des installations.

Sommaire

1. Rappel sur les ECS - origine, contours, méthode
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
 1. Aux séismes
 2. Aux inondations
 3. Aux « effets induits » (chute de charges, environnement industriel...)
 4. Aux pertes de sources
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. Conclusion

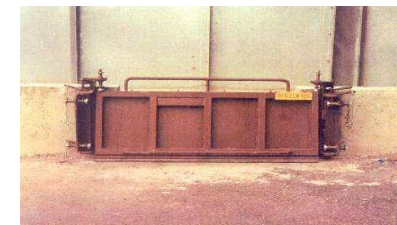
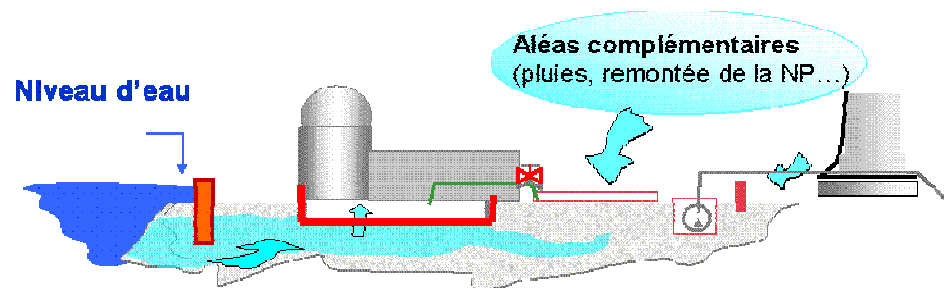
3. La robustesse des installations pour des aléas au-delà du référentiel - le séisme

- Les exploitants font état de facteurs de marge sismiques importants sur les principaux ouvrages et équipements.
- Les incertitudes concernant la caractérisation des mouvements sismiques à retenir dans le cadre des ECS et le **caractère simplifié des démarches proposées** pour apprécier le comportement sismique des installations, **ne permettent pas d'évaluer, avec un degré de confiance suffisant, la robustesse de chacune des installations.**
- De façon générale, même si les évaluations des exploitants laissent présager l'existence de marges, la prise en compte des incertitudes et l'impossibilité de considérer que les marges identifiées par les exploitants puissent être uniformes à l'échelle des ouvrages, **imposent d'effectuer des vérifications complémentaires.** C'est notamment le cas des ouvrages ayant fait l'objet de renforcement ou des ouvrages justifiés avec des redistributions d'efforts.



3. La robustesse des installations pour des aléas au-delà du référentiel - l'inondation

- **Prise en compte les principaux phénomènes pouvant être à l'origine d'une inondation** (phénomènes atteignant directement la plateforme (pluies, ...) ou correspondant à une montée générale du niveau d'eau).
Majoration des niveaux d'eau pour identifier les cas où une **hauteur d'eau conséquente** est observée sur les plateformes, susceptible de générer une situation de perte de source froide ou de perte de source électrique.
- Afin de **prévenir ces situations**, demande de mise en œuvre de moyens de prévention des situations de perte de source, par exemple en **rehaussant la protection volumétrique**.
Afin de **gérer ces situations extrêmes**, s'assurer que les moyens qui seront utilisés en situations de perte de sources **seront utilisables** en cas d'inondation extrême



3. La robustesse des installations pour des aléas au-delà du référentiel - effets induits

- D'autres effets que les situations étudiées dans le cadre des ECS peuvent être induits par un séisme ou une inondation ; il convient de prendre en compte notamment les risques :
 - ▶▶ d'**incendie**, dans les locaux IPS ou non IPS,
 - ▶▶ d'**explosion**,
 - ▶▶ de **chutes de charges**,
 - ▶▶ de **ruptures de tuyauteries**...
- Ces effets sont **peu ou pas pris en compte par les exploitants** dans le cadre des ECS. Des **compléments d'analyse sont attendus**.
- Les **agressions induites sur l'environnement industriel** (sur site ou hors site) doivent également être prises en compte dans la mesure où elles peuvent dégrader l'état de l'installation ou perturber de façon importante la gestion de la crise.



3. La robustesse des installations pour des situations postulées de pertes de sources d'énergie ou de refroidissement (cas EDF)



En général, **délai avant fusion du cœur** de l'ordre de **1 à plusieurs jours** sur le 900 MWe, le 1300 MWe et sur 1450 MWe (avec utilisation de la turbo-pompe pour refroidir les générateurs de vapeur).

Situations avec délais avant fusion limités à **qq heures** pour certaines situations de sites, certaines situations spécifiques suite à un séisme voire à une inondation...

Délais avant découverture du combustible en piscine (sans rupture) : **de 1 à 5 j**



Délai avant rejets importants (dispositif U5) **de 1 à 3 j** selon les scénarios

Délai avant percée du radier de **quelques jours** (2 j pour Fessenheim après épaissement du radier)

EPR : dispositif d'étalement du corium avec refroidissement passif puis actif (secouru par des diesels d'ultime secours / Source froide diversifiée.

Sommaire

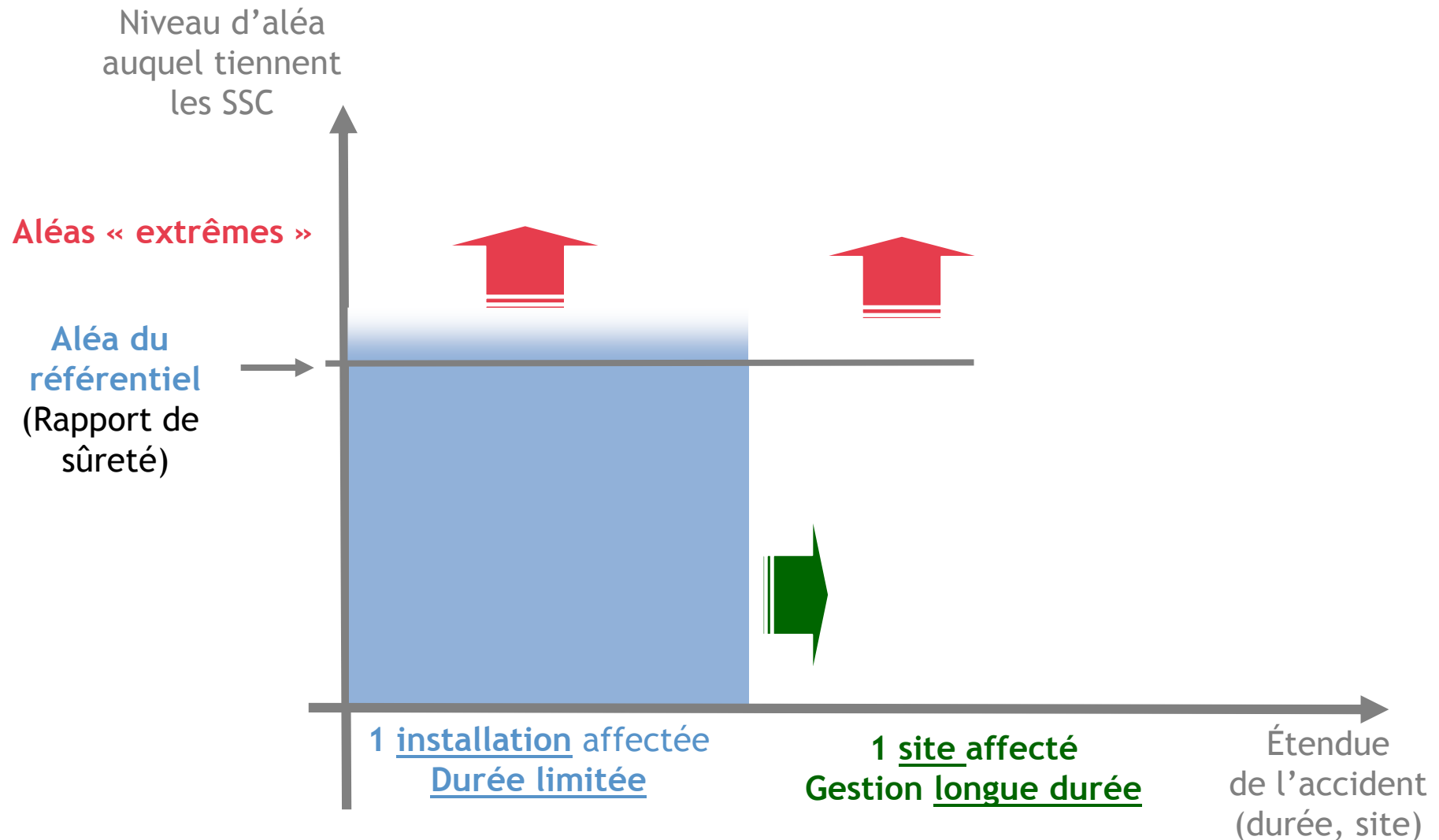
1. Rappel sur les ECS - origine, contours, méthode
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. Conclusion

4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française

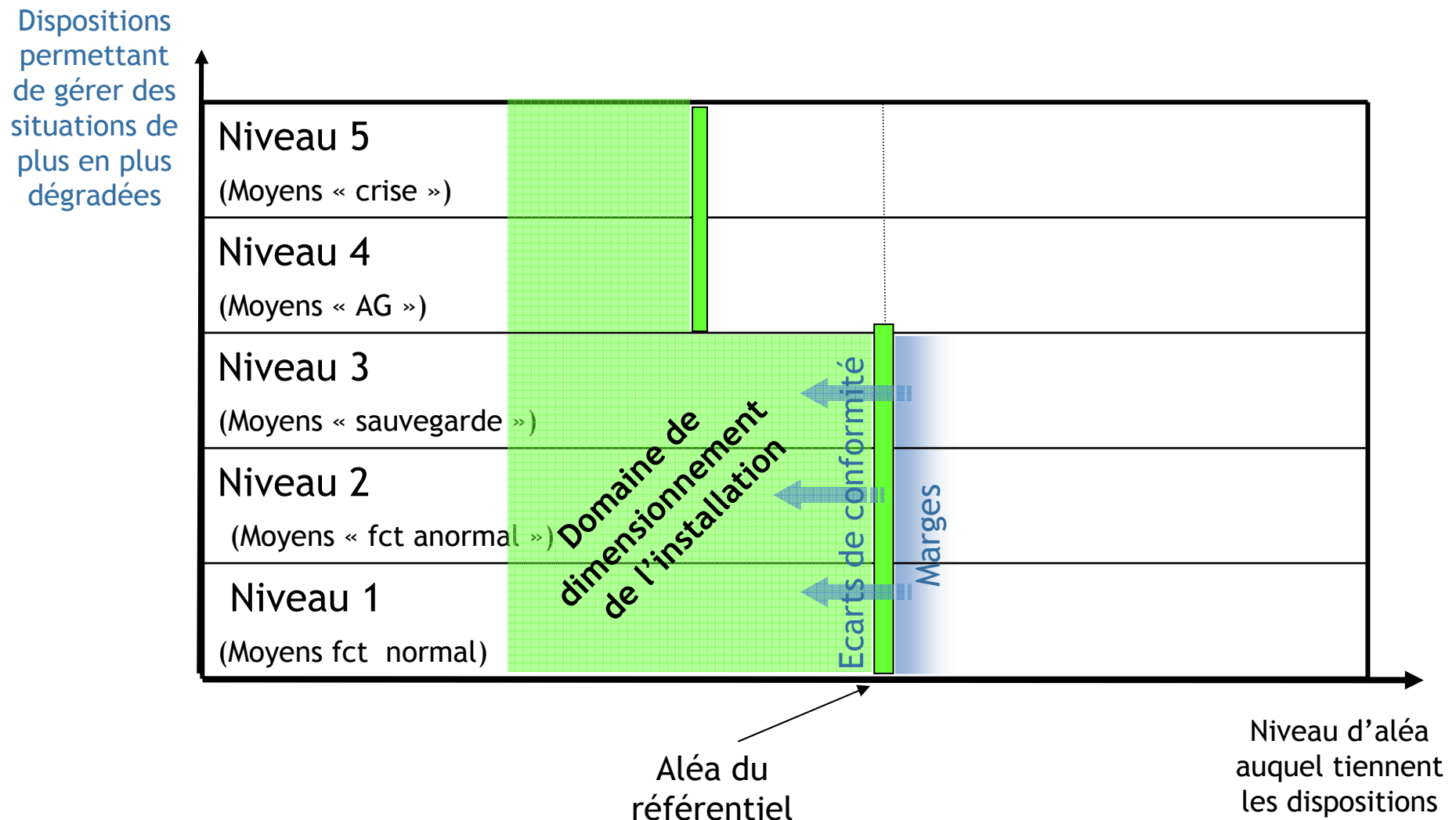
Face à l'ampleur du phénomène naturel observé au Japon et quelle qu'ait été l'origine du sous-dimensionnement de la centrale face aux aléas naturels, il convient de :

- s'assurer de la **robustesse des installations** françaises pour des **niveaux d'aléas supérieurs à ceux retenus dans les référentiels de sûreté**,
- s'assurer de leur **robustesse pour des accidents non retenus jusqu'à présent** (pertes de sources de longues durées ou plusieurs installations concernées sur un même site).

4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française : la situation actuelle



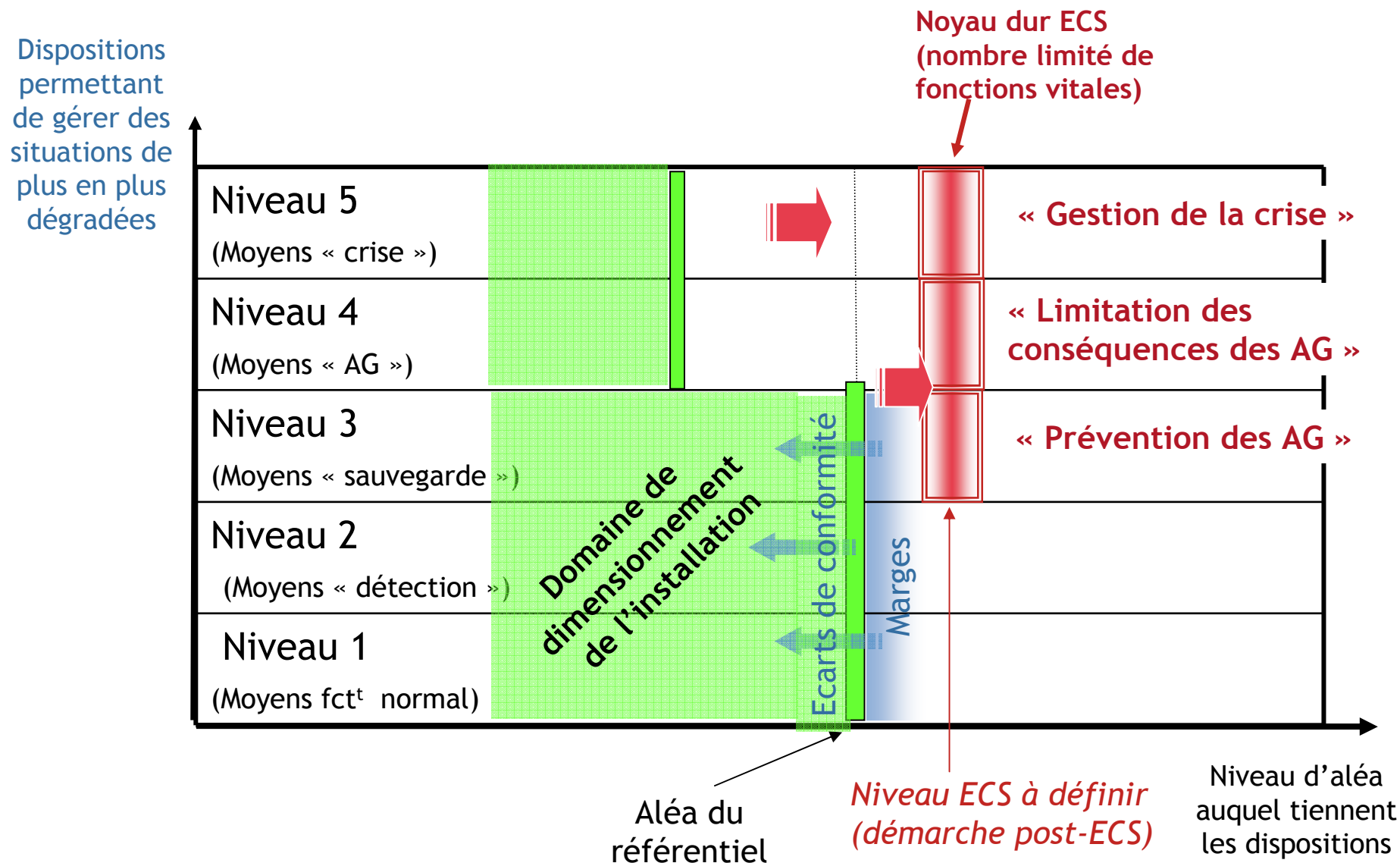
4. La protection contre les agressions externes : la situation actuelle des REP en exploitation



4. La démarche générale post-ECS

- L'approche globale consiste à **compléter les dispositions** actuelles en termes de protection des installations vis-à-vis des agressions externes, à **identifier une liste réduite de SSC nécessaires** pour éviter des conséquences importantes à l'extérieur de l'installation (« noyau dur ECS ») qui seraient **qualifiés ou protégés pour des aléas de niveaux supérieurs à ceux pris en compte dans les référentiels** de sûreté existants :
 - ▶ Ainsi, pour des aléas couverts par des référentiels, les dispositions actuelles, sous réserve de leur conformité, suffisent à limiter les conséquences sur l'installation et à éviter l'occurrence d'une situation accidentelle induite,
 - ▶ Pour des aléas de niveau supérieur, le noyau dur des SSC permet de ramener les installations en situation de repli.
- Le noyau dur ECS doit permettre de gérer des situations accidentelles de longue durée, affectant plusieurs installations d'un même site.
- Cette approche s'appuie sur le **principe de défense en profondeur**, en considérant chaque niveau de défense.
Elle considère que des **situations graves** (étendues sur le site, dans le temps...) **peuvent survenir suite à une agression naturelle**.

4. La démarche post-ECS : cas des REP en exploitation



4. La démarche post-ECS : cas des REP en exploitation

Les SSC des noyaux durs devront être protégés à l'égard des éventuels événements induits (incendie, explosion, chute de charge...)

Interventions humaines en situations accidentelles

degrader

Niveau 5

(Moyens « crise »)

Niveau 4

(Moyens « AG »)

Niveau 3

(Moyens « sauvegarde »)

L'ILL a évalué la hauteur d'eau qui serait observée sur le site du Réacteur à Haut Flux de Grenoble en cas de **rupture des 4 barrages situés en amont**. Une série de mesures seront mises en place à court terme pour protéger l'installation dans une telle situation.

Ecart de conformité

Marges

Conformité,

Maintenance

Niveau d'aléa auquel tiennent les dispositions

4. Un noyau dur qui ne se substitue pas aux moyens de sauvegarde

Le noyau dur est défini pour **faire face à certaines situations causées par des agressions externes très extrêmes** (mais non impossibles a priori...)

Les objectifs de sûreté retenus pour le noyau dur ne sont pas les mêmes que ceux retenus dans le référentiel (dégradation partielle du combustible acceptable...) ce qui conduit à des exigences fonctionnelles moindres (débits d'eau injectés plus faibles par exemple ...)

Les **situations et objectifs de sûreté** retenus pour les **noyaux durs ne sont pas applicables au référentiel**.

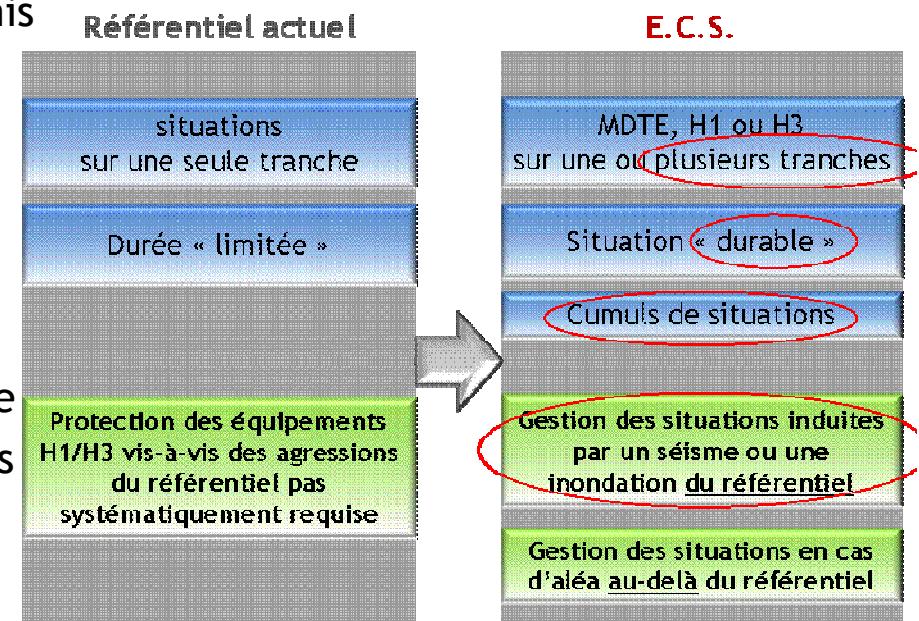
Les exigences retenues sur les équipements et les systèmes envisagés pour faire face à des situations plausibles (par exemple les systèmes de sauvegarde) doivent être maintenues du fait notamment de leur redondance et leur capacité complémentaire à faire face à des événements ou incidents d'origine interne. Les équipements du noyau dur ne peuvent se substituer à ces équipements et systèmes.

Les exigences de redondances, de diversifications... ne peuvent être remplacées par l'existence d'une voie (noyau dur) très robuste.

4. En complément, les référentiels de sûreté existants doivent être complétés

- Le retour d'expérience de l'accident de Fukushima d'une part, les évaluations complémentaires de sûreté d'autre part, ont mis en évidence la **nécessité de compléter les référentiels de sûreté actuels** dans certains domaines en particulier :

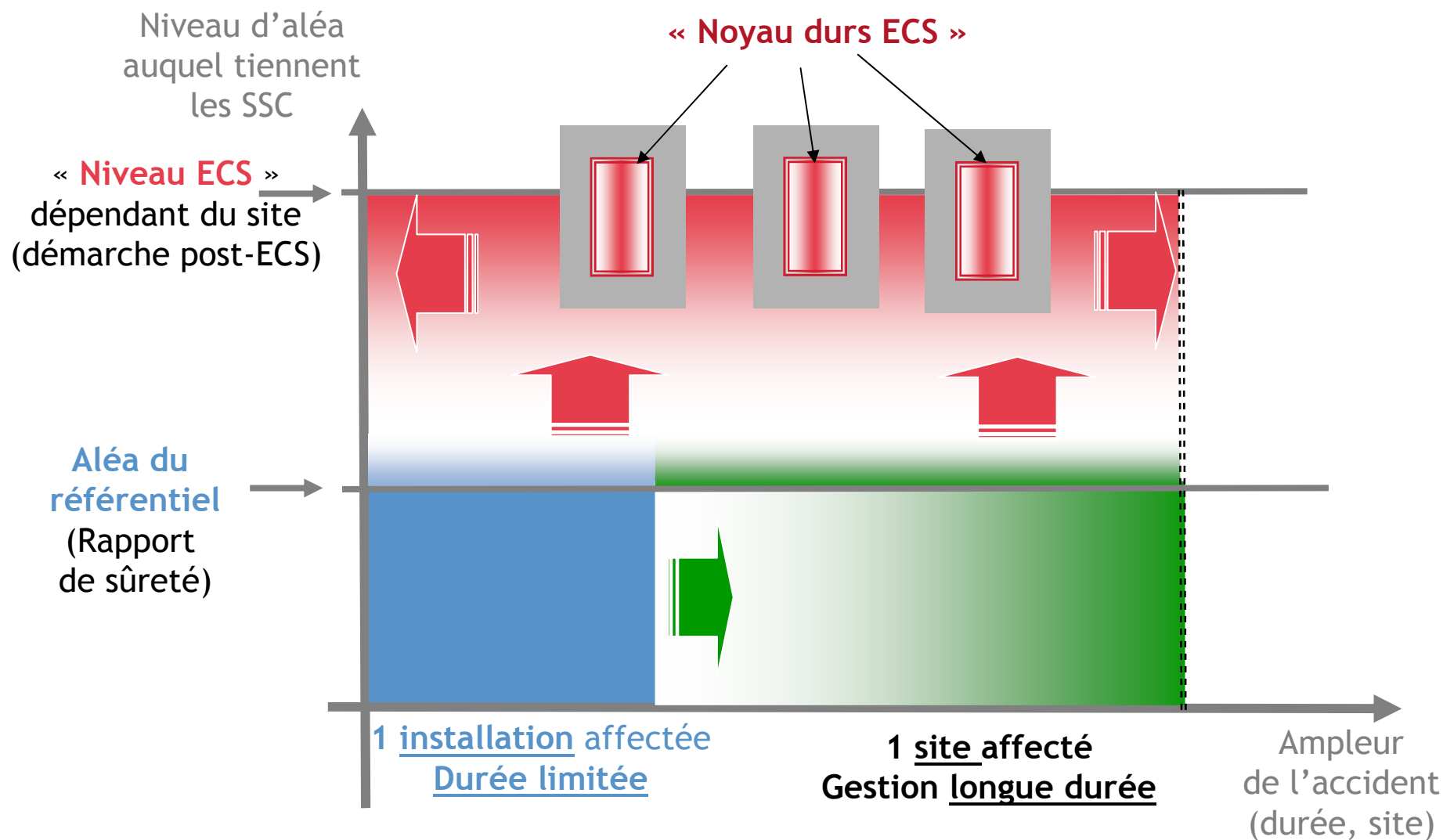
- ▶ la caractérisation des mouvements sismiques (RFS 2001-01),
- ▶ les combinaisons d'agressions à prendre en compte (externes, internes, avec les événements internes),
- ▶ les exigences associées à un certain nombre de SSC (protection incendie, gestion des accidents graves...),
- ▶ les durées de perte de source froide et de perte d'énergie...



Situations postulées

Tenue aux agressions
des systèmes utilisés

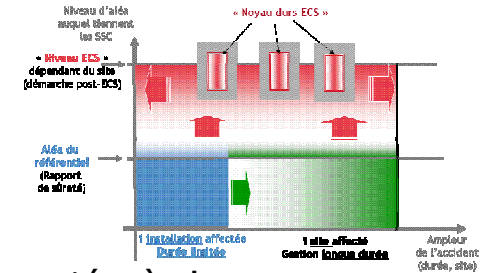
4. La démarche générale post-ECS - 3 domaines à faire évoluer



Sommaire

1. Rappel sur les ECS - origine, contours, méthode
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. Conclusion

6. Conclusion : l'apport des ECS



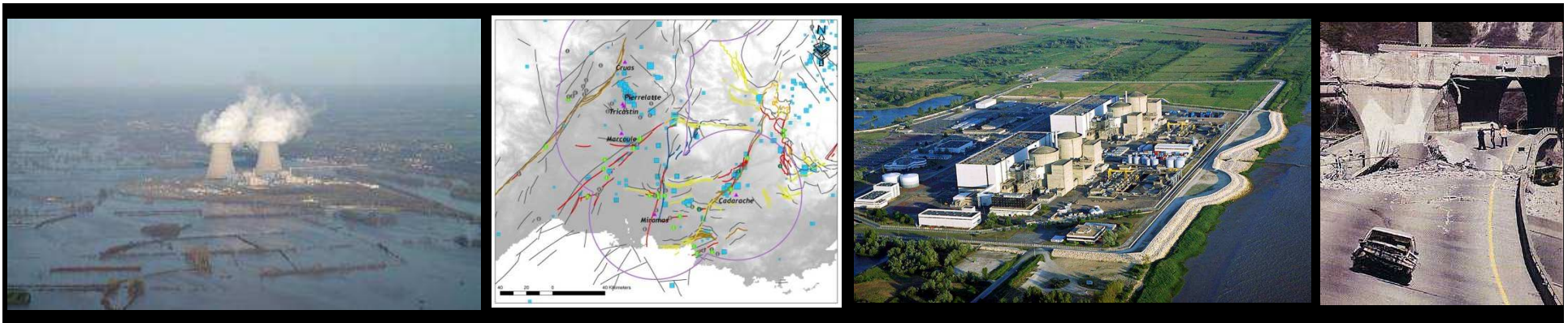
Les ECS ont conduit à la **définition d'une démarche particulière** associée à des scénarios d'accident situés **au-delà des référentiels de sûreté actuels**.

1. En préalable, **s'assurer de la conformité des installations** et du maintien de cette conformité dans le temps.
2. Définir puis mettre en œuvre, à relativement court terme, un **ensemble de dispositions complétées ou renforcées permettant de faire face à des situations non considérées** jusqu'à présent dans les référentiels de sûreté. La mise en œuvre de noyaux durs par les exploitants devrait conduire à une **amélioration significative de la robustesse des installations** à l'égard des situations considérées dans les ECS.
3. **Compléter sur certains points les référentiels de sûreté actuels** (protection contre l'inondation, protection contre l'incendie...). Les révisions ciblées des référentiels devraient être engagées rapidement afin d'accroître la robustesse des installations aux agressions externes.

6. Conclusion

- Le **périmètre des noyaux durs** et les **exigences associées** seront proposés par les exploitants EDF et AREVA en **2012**. Les discussions reprennent dès le début 2012 (Force d'Action Rapide Nucléaire d'EDF, ILL notamment). Des points de vigilance côté IRSN :
 - privilégier lorsque possible l'ajout de nouveaux matériels, simples et robustes,
 - rechercher les diversifications.
- **Les ECS se poursuivent** sur les autres installations jugées moins prioritaires
- **L'analyse des enseignements à tirer** de l'accident de Fukushima doit également se poursuivre. L'IRSN s'est organisé pour y réfléchir et proposer des **évolutions des référentiels de sûreté**.

Merci de votre attention



Pour en savoir plus : www.irsnn.fr