

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Bilan des évaluations complémentaires de sûreté réalisées en 2011

Réunion plénière du HCTISN

8 décembre 2011

M.JOREL – IRSN/DSR
Directeur de la sûreté des réacteurs



Sommaire

1. Rappel sur les ECS - origine, contours, calendrier, contexte
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. La nécessaire évolution des référentiels de sûreté existants
6. Le recours à la sous traitance
7. Conclusion

L'origine des ECS

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

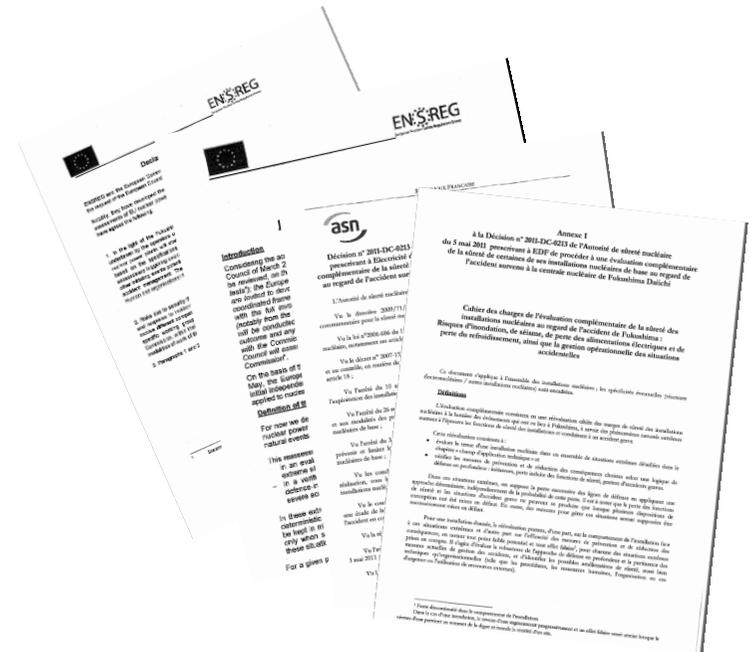
- Dimensionnement inapproprié de la centrale face aux agressions naturelles
- Pertes durables du refroidissement et des alimentations électriques
- Défaillances affectant toutes les installations d'un site - difficultés de la gestion à long terme.

● 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)



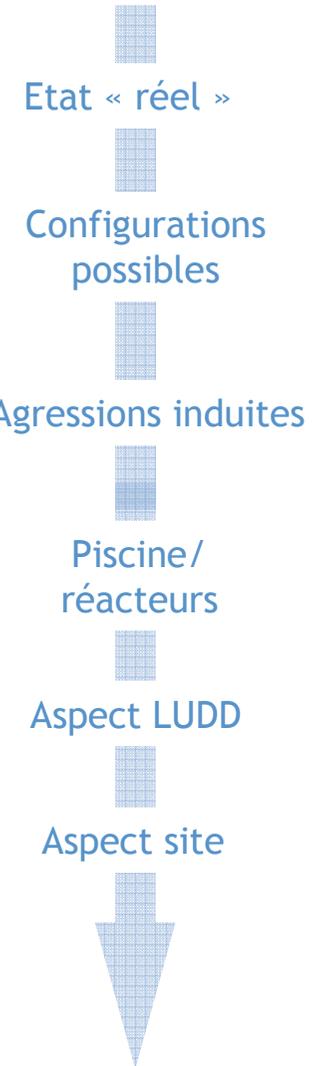
Contenu du cahier des charges de l'ASN / méthode des ECS

3 volets

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

4 exploitants concernés en 2011

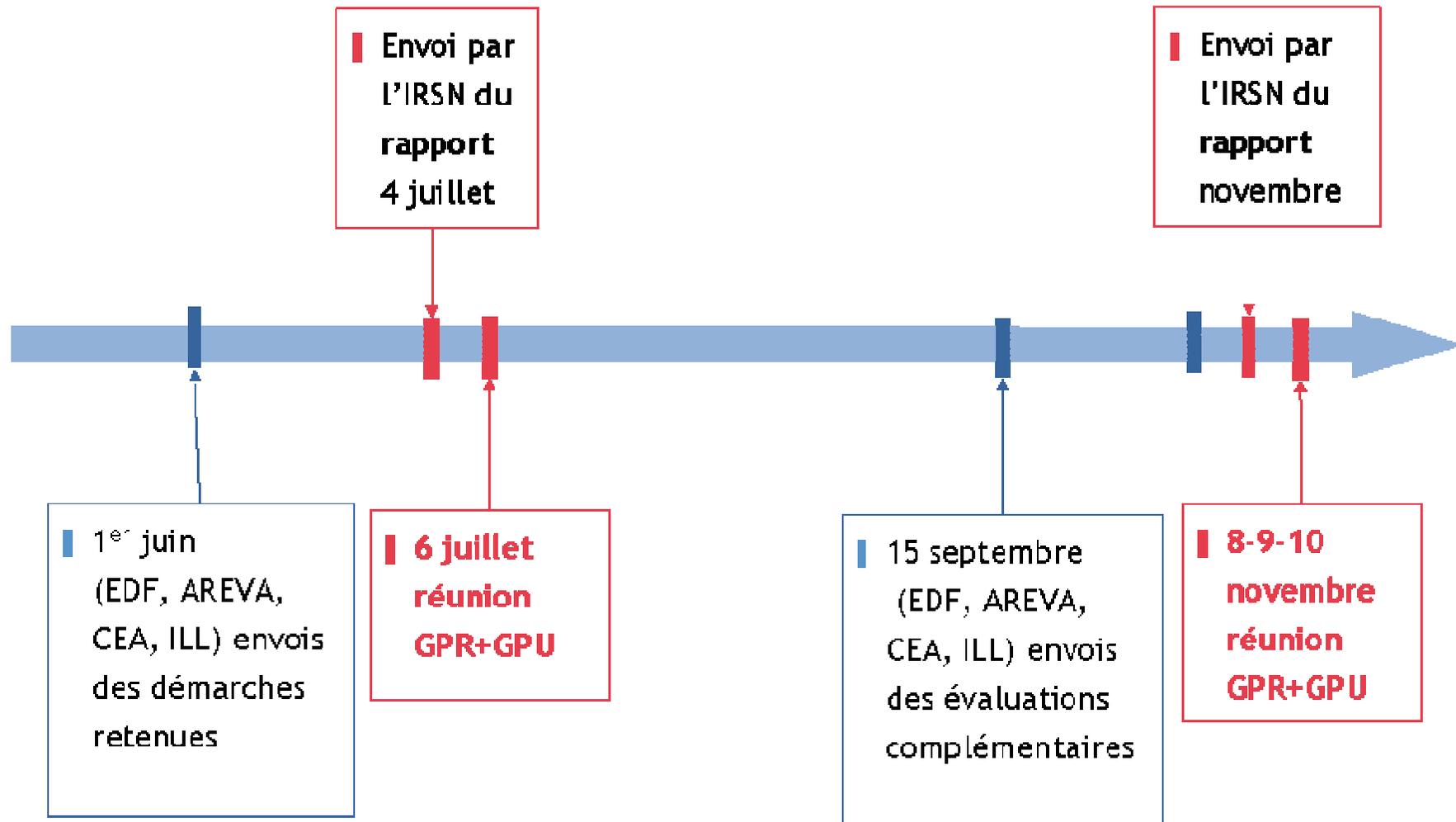
- EDF (59 réacteurs)
- ILL
- CEA (RJH, MASURCA, OSIRIS)
- AREVA (La Hague, Tricastin, ATPu, PHENIX, MELOX, FBFC)



Une approche graduée/déterministe

Jugement de l'ingénieur

Calendrier d'analyse des dossiers des exploitants



Questions sur le contour de l'analyse

Je souhaite recueillir, pour le 15 novembre 2011, l'avis des groupes permanents d'experts pour les réacteurs (GPR) et pour les laboratoires et usines (GPU) sur les dossiers des exploitants EDF, ILL, AREVA et CEA présentant les évaluations complémentaires de la sûreté des installations jugées prioritaires pour 2011.

En particulier, au regard des décisions du 5 mai 2011, l'ASN sollicite votre avis sur :

- la mise en œuvre de la démarche d'évaluation complémentaire de sûreté par les exploitants et les conclusions qu'ils en tirent ;
- la pertinence des mesures proposées compte tenu des résultats de cette évaluation ;
- le caractère suffisant des éléments fournis, relatifs aux conditions de recours à la sous-traitance, pour démontrer la maîtrise par l'exploitant de la sûreté de son installation, en fonctionnement normal et accidentel.

Enfin, je vous rappelle que, dans le cadre de la réunion des groupes permanents d'experts du 6 juillet 2011, les exploitants ont pris des engagements concernant le contenu des dossiers attendus pour le 15 septembre 2011, et l'ASN a émis des demandes sur le même sujet. Ces engagements et demandes figurent dans les courriers en références [3] à [6] dont vous trouverez ci-joint une copie.

Contexte : Démarche de prise en compte du REX

10 000 événements intéressant la sûreté par an dont près de 600 événements significatifs sur les REP EDF

DÉTECTER



ANOMALIE



DÉRIVES ?



- Réactivité (maîtrise de la réaction nucléaire)
- Refroidissement du combustible
- Confinement des produits radioactifs

COMPRENDRE



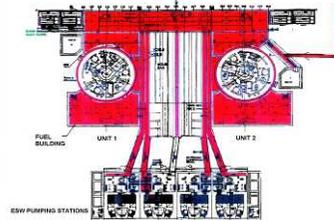
FONCTIONS DE SÛRETÉ



CONDUITE

PRÉCURSEUR ?

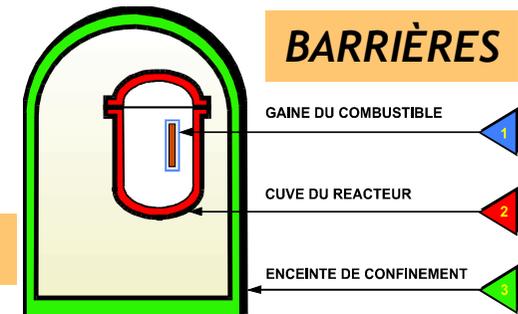
ÉVALUER



CORRIGER



RÉFÉRENTIELS



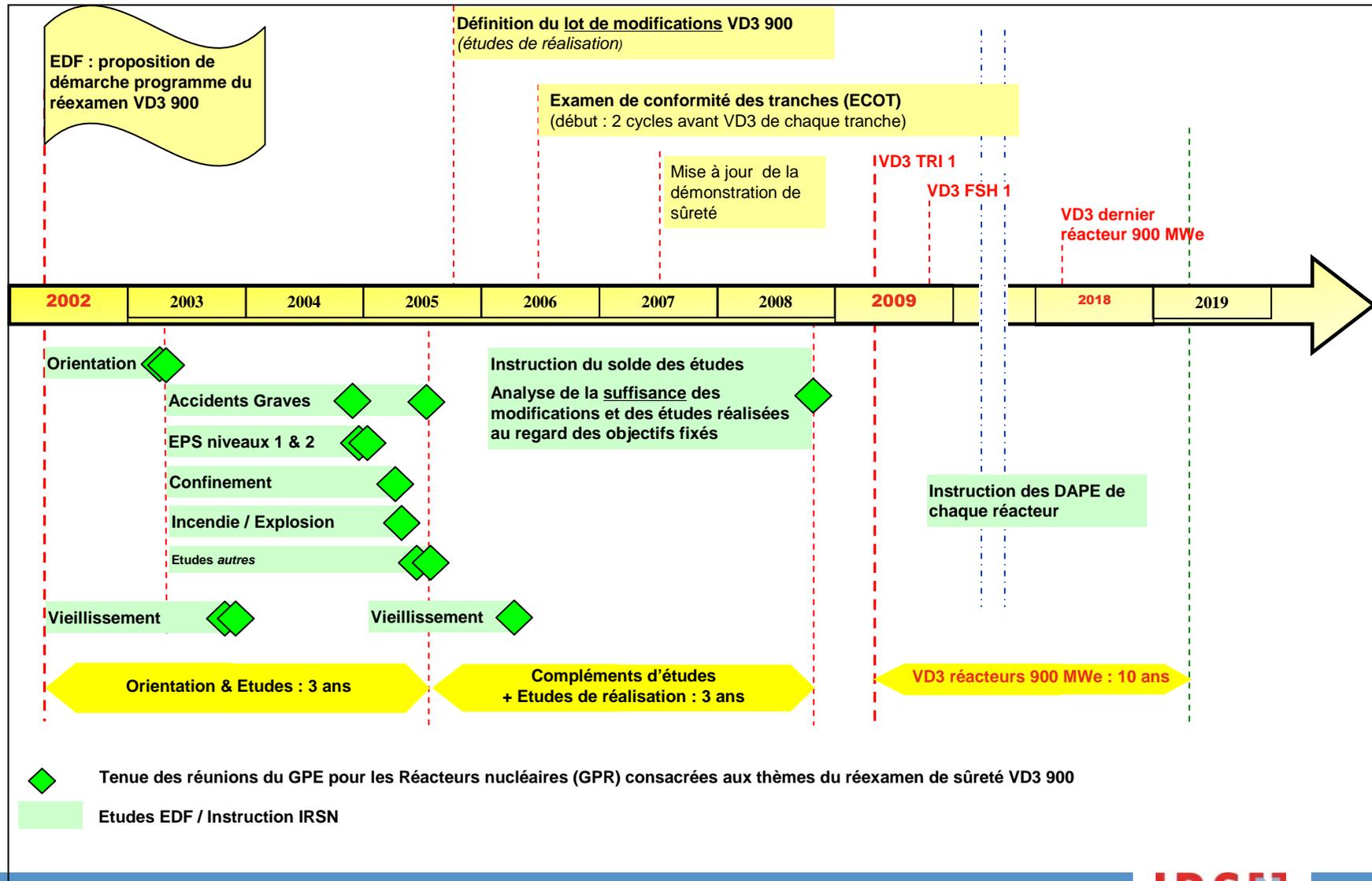
BARRIÈRES

GAINE DU COMBUSTIBLE

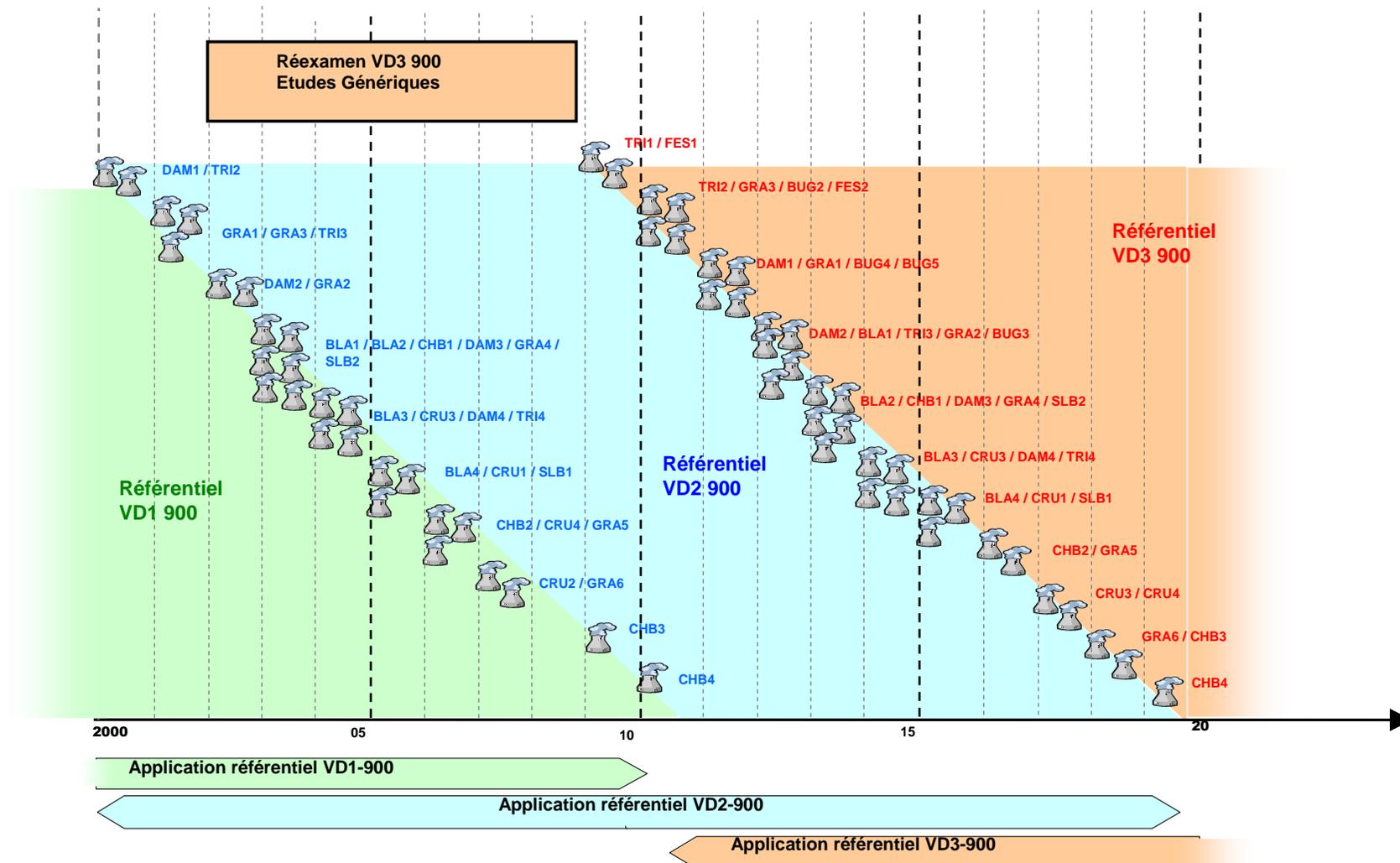
CUVE DU REACTEUR

ENCEINTE DE CONFINEMENT

Contexte : Réexamens périodiques (10 ans) pour améliorer la sûreté en regard des nouvelles exigences (ex : VD3 900 Mwe)



Contexte : déploiement des améliorations sur les réacteurs (Aspects sites : déclinaison, conformité, DAPE ...)



**ACCIDENTS GRAVES :
LIMITATION DES
CONSEQUENCES**

Les études et la R&D de l'IRSN ont contribué à la prise en compte des accidents avec fusion de cœur sur les réacteurs

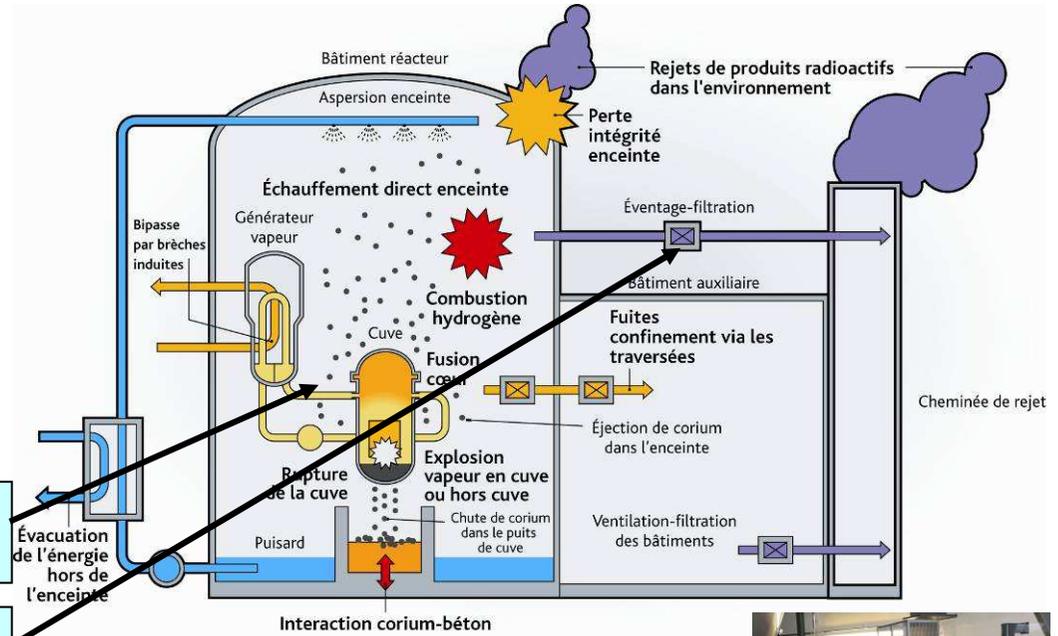
Fiabilisation des soupapes du circuit primaire pour dépressuriser en situation d'AG

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

Modifications réalisées

Modifications « VD3 »

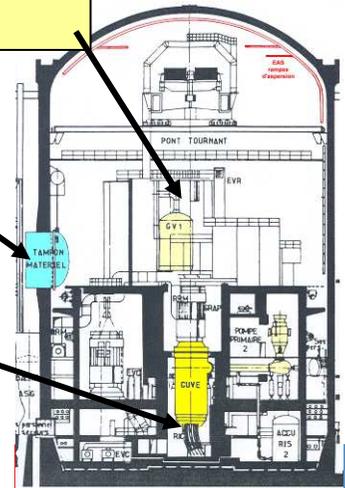
Poursuite des réflexions, visant à réduire les risques de rejet, engagées dans la perspective d'extension de la durée d'exploitation des réacteurs



Mise en place de recombiners d'hydrogène.



Implantation mesure H2



Renforcement boulons TAM

Détection percée cuve

L'ensemble de ces éléments contribue au maintien d'un niveau de sûreté satisfaisant des installations dans le cadre des référentiels d'exigences de sûreté actuels.

- Le souci d'amélioration continue de la sûreté fait appel à des experts et des spécialistes (aléas, systèmes, accidents graves, matériels) ainsi que des généralistes (connaissance approfondie des installations) au sein de l'IRSN.
- La mobilisation et la bonne connaissance technique de l'IRSN a permis **une contre expertise efficace de l'ensemble des volets des dossier ECS** du fait de la bonne connaissance préalable des sujets, avec la recherche de cohérence transverse.

▶▶ La méthode de travail pour les ECS est différente de l'approche usuelle de sûreté :

- Les ECS sont réalisées dans un calendrier contraint sur des sujets complexes. Les évaluations impliquent d'aller au-delà du domaine couvert par l'approche usuelle de sûreté.
- Les aléas visés sont d'un niveau extrême, cumulés forfaitairement à des pertes totales de fonctions de sûreté.

▶▶ Les ECS doivent permettre **d'identifier les principaux éléments participant à la robustesse** des installations et **de définir les priorités** en termes de modifications ou d'approfondissements nécessaires ou souhaitables

Sommaire

1. Rappel sur les ECS - origine, contours, calendrier, contexte
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. La nécessaire évolution des référentiels de sûreté existants
6. Le recours à la sous traitance
7. Conclusion

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.

Écarts de conformité mis en évidence par les ECS : exemples

- Écarts relatifs à la surveillance, la maintenance et le tracé de la protection volumétrique (PV) mise en œuvre sur les sites EDF suite à l'inondation du Blayais
 - écarts entre le périmètre de la PV identifié par l'échelon national et la réalité sur le site,
 - travaux de mises en conformité, dont l'achèvement était prévu en 2007, non terminés sur certains sites.
- Présence de portiques au-dessus des générateurs électrogènes de secours sur les tranches de St Alban et Golfech pouvant constituer des agresseurs en cas de séisme.
 - ▶ Ces constats ont d'ores et déjà été résorbés par EDF
- Absence d'exigences sismiques du système de ventilation des diesels sur les tranches de Paluel, Saint Alban et Flamanville
 - ▶ Des modifications seront engagées dans les semaines à venir pour garantir la tenue de ce système au Séisme Maximal Historiquement Vraisemblable

2. Maintien dans le temps de la conformité des installations

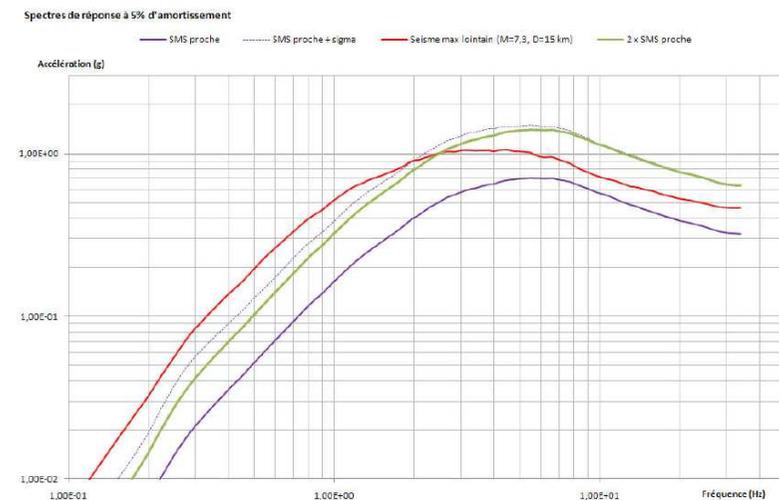
- L'efficacité des processus existants
Quelle capacité des processus à remplir les fonctions attendues ?
 - ▶▶ Donner une image globale valide de l'état réel des installations
 - ▶▶ Identifier les éléments qui fragilisent la conception (caractérisation des écarts de conformité, vieillissement)
 - ▶▶ 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, calendrier, contexte
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. La nécessaire évolution des référentiels de sûreté existants
6. Le recours à la sous traitance
7. Conclusion

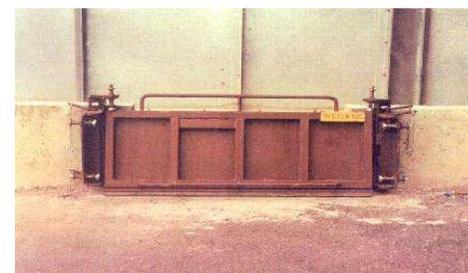
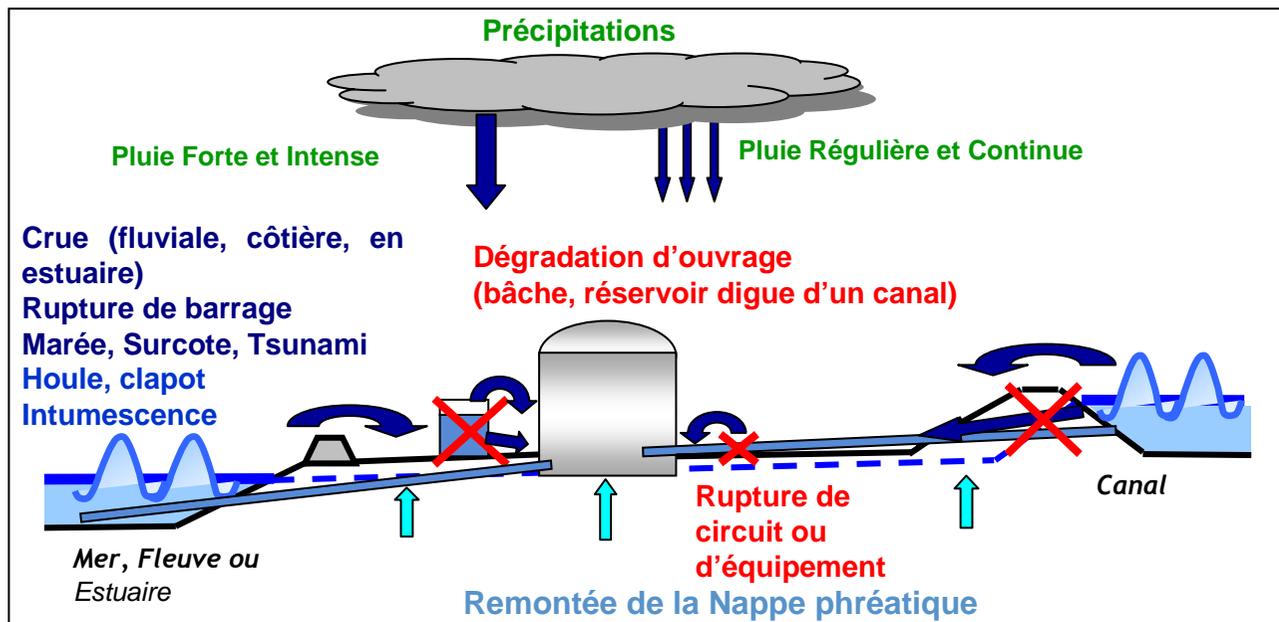
La robustesse des installations pour des aléas au-delà du référentiel / le séisme

- 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.



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

- Dans les ECS, les exploitants ont pris en compte les principaux phénomènes pouvant être à l'origine d'une inondation, en les majorant, ce qui a permis d'identifier des cas où une hauteur d'eau conséquente était observée sur les plateformes.
- Pour les REP, la plupart des équipements permettant de gérer une perte totale de source froide ou de sources électriques sont situés à l'intérieur de la protection volumétrique, donc protégés en cas d'inondation du référentiel (REX Blayais). Afin de limiter le risque d'entrée d'eau et de prévenir ces situations, il a été demandé à EDF de rehausser la protection volumétrique.



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.



La robustesse des installations pour des aléas au-delà du référentiel / Pertes de sources d'énergie ou de refroidissement (cas EDF)

- **Délai avant fusion du cœur** de l'ordre de **1,5 j** sur le 1300 MWe, **1 j** sur le 900 et 1450 MWe en considérant qu'une turbopompe d'alimentation en eau des générateurs de vapeur (ASG) fonctionne

Délais limité à qq heures en supposant l'indisponibilité de la pompe ASG

Délais avant découverture du combustible en piscine : **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

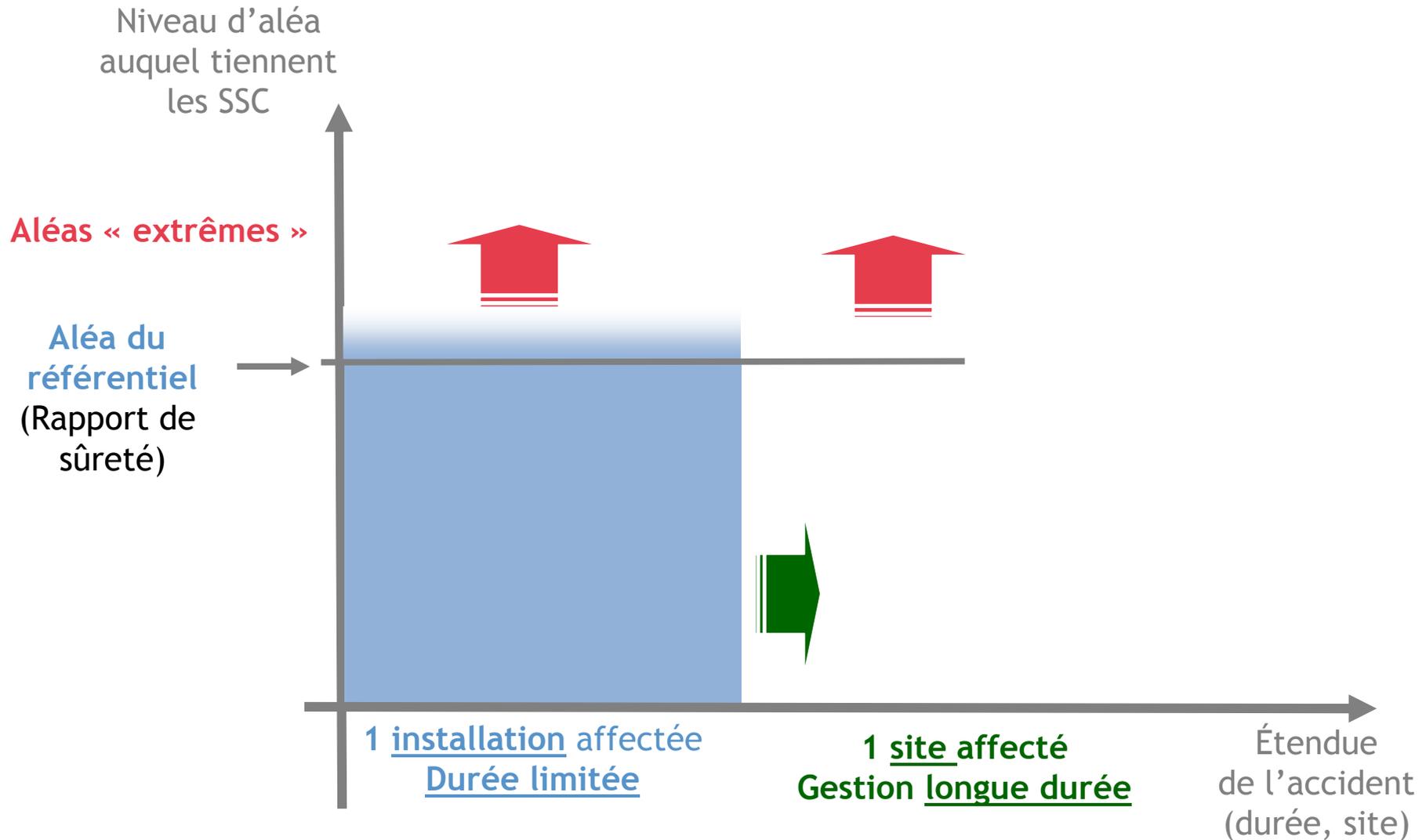
1. Rappel sur les ECS - origine, contours, calendrier, contexte
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. La nécessaire évolution des référentiels de sûreté existants
6. Le recours à la sous traitance
7. Conclusion

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 :

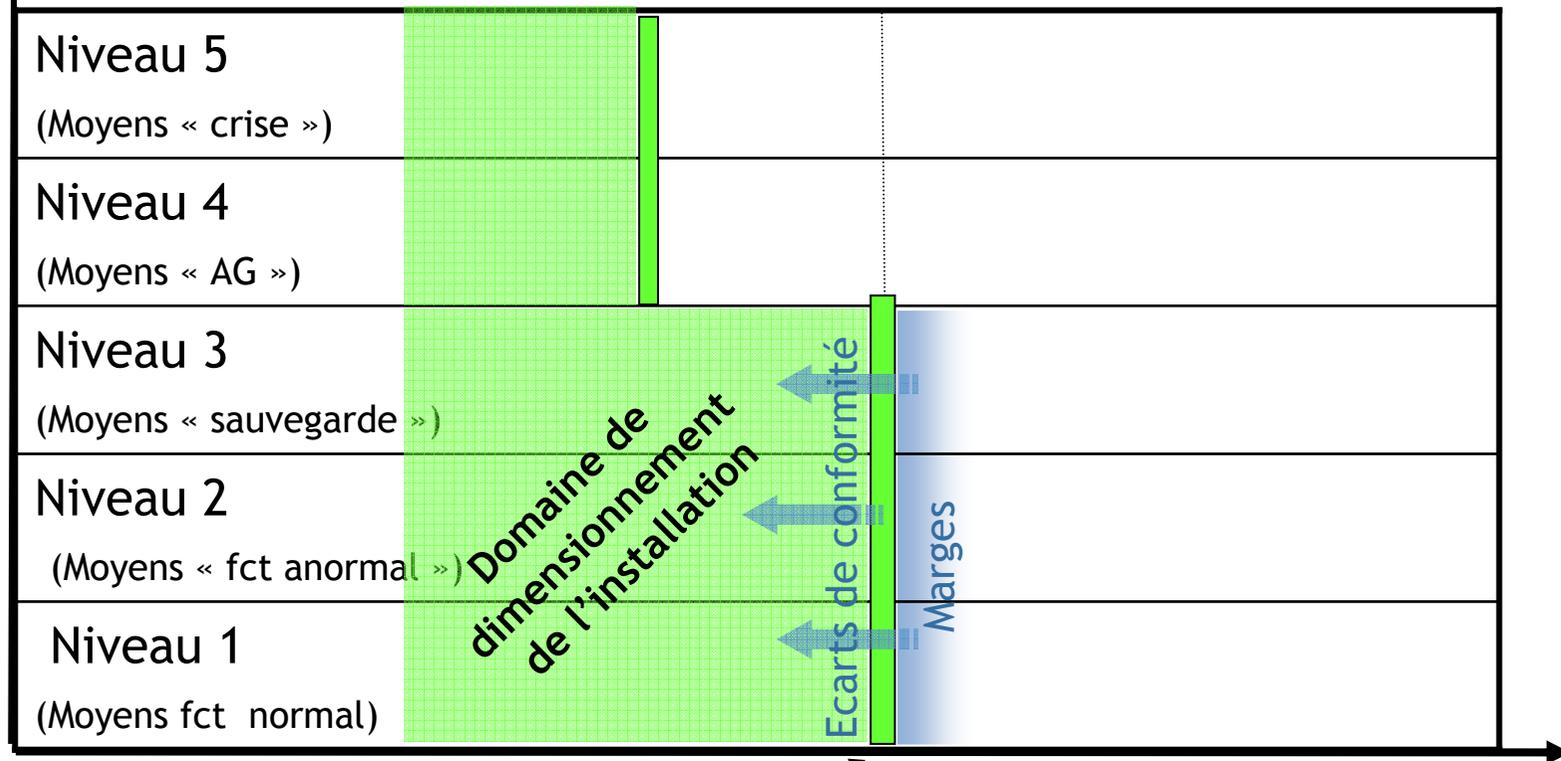
- s'assurer de la **robustesse des installations** françaises pour des **niveaux d'aléas supérieurs** à ceux retenus dans les référentiels de sûreté,
- s'assurer de leur **robustesse pour des accidents non retenus jusqu'à présent** (pertes de sources de longues durées ou plusieurs installations concernées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

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



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

Dispositions permettant de gérer des situations de plus en plus dégradées



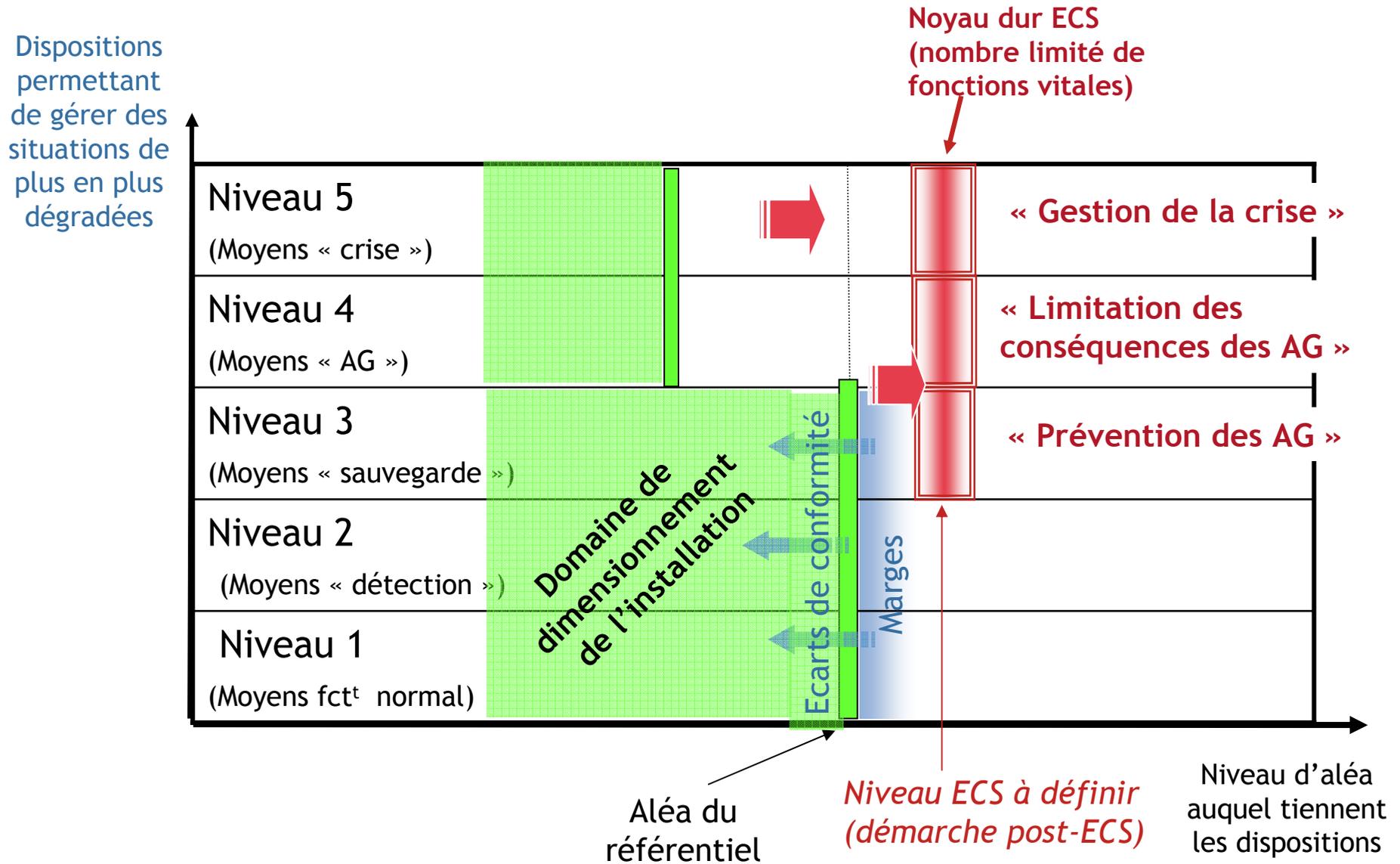
Aléa du référentiel

Niveau d'aléa auquel tiennent les dispositions

Démarche d'analyse de l'IRSN

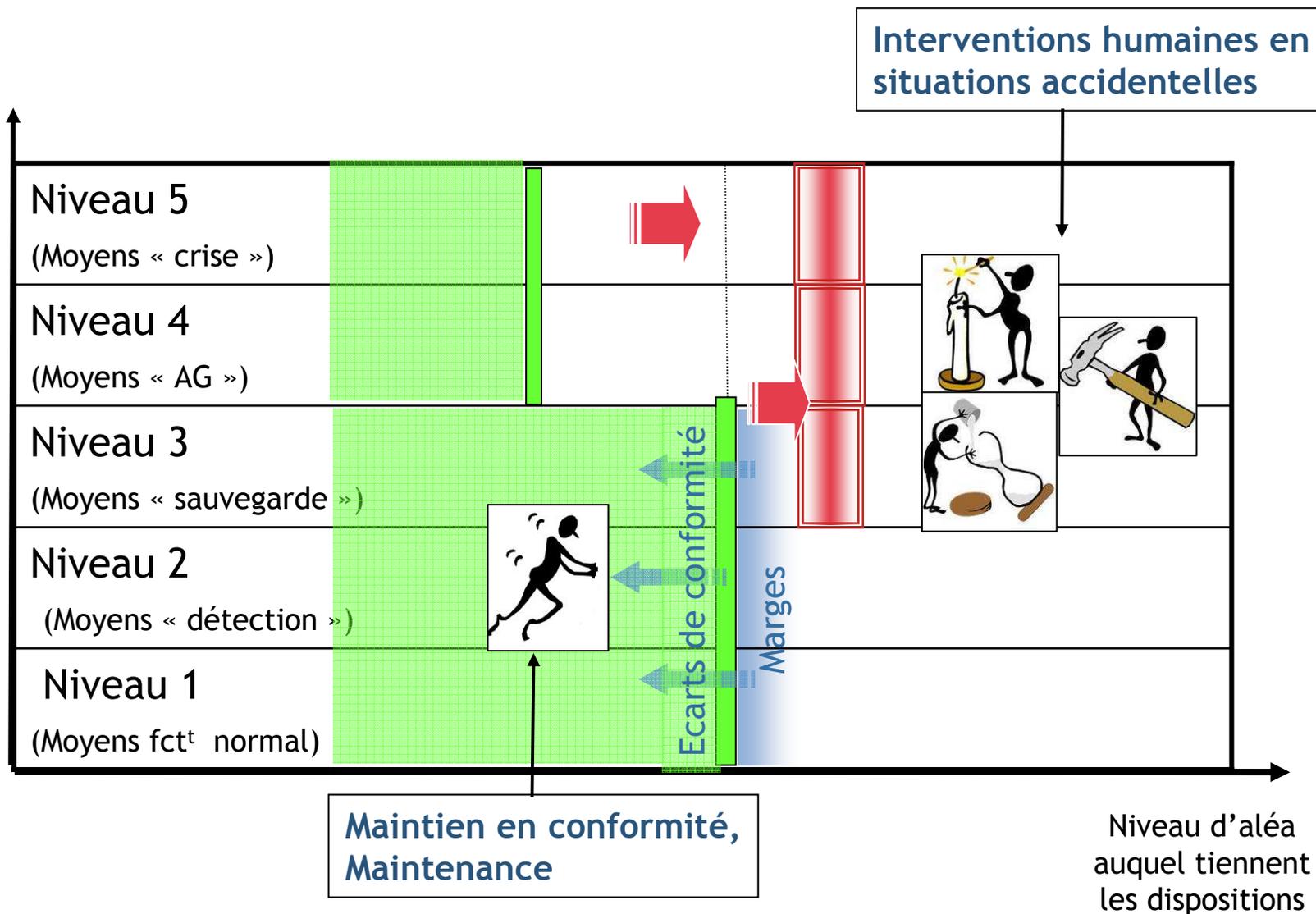
1. S'appuie sur le **principe de défense en profondeur** en considérant chaque niveau de défense en profondeur ;
2. Considère que **des situations graves** (étendues sur le site, dans le temps...) **peuvent survenir suite à une agression naturelle**.
3. Vise à définir un **nombre limité de SSC robustes pour un « niveau d'aléa ECS »**, au-delà des aléas du référentiel : « **noyau dur ECS** »

La démarche post-ECS : cas des REP en exploitation



La démarche post-ECS : cas des REP en exploitation

Dispositions permettant de gérer des situations de plus en plus dégradées



Périmètre du noyau dur

Le noyau dur est défini pour faire face à certaines situations

(typiquement, pour les REP, on considère que les situations susceptibles de se produire préférentiellement sont les situations de perte de source froide ou de perte de sources électriques)

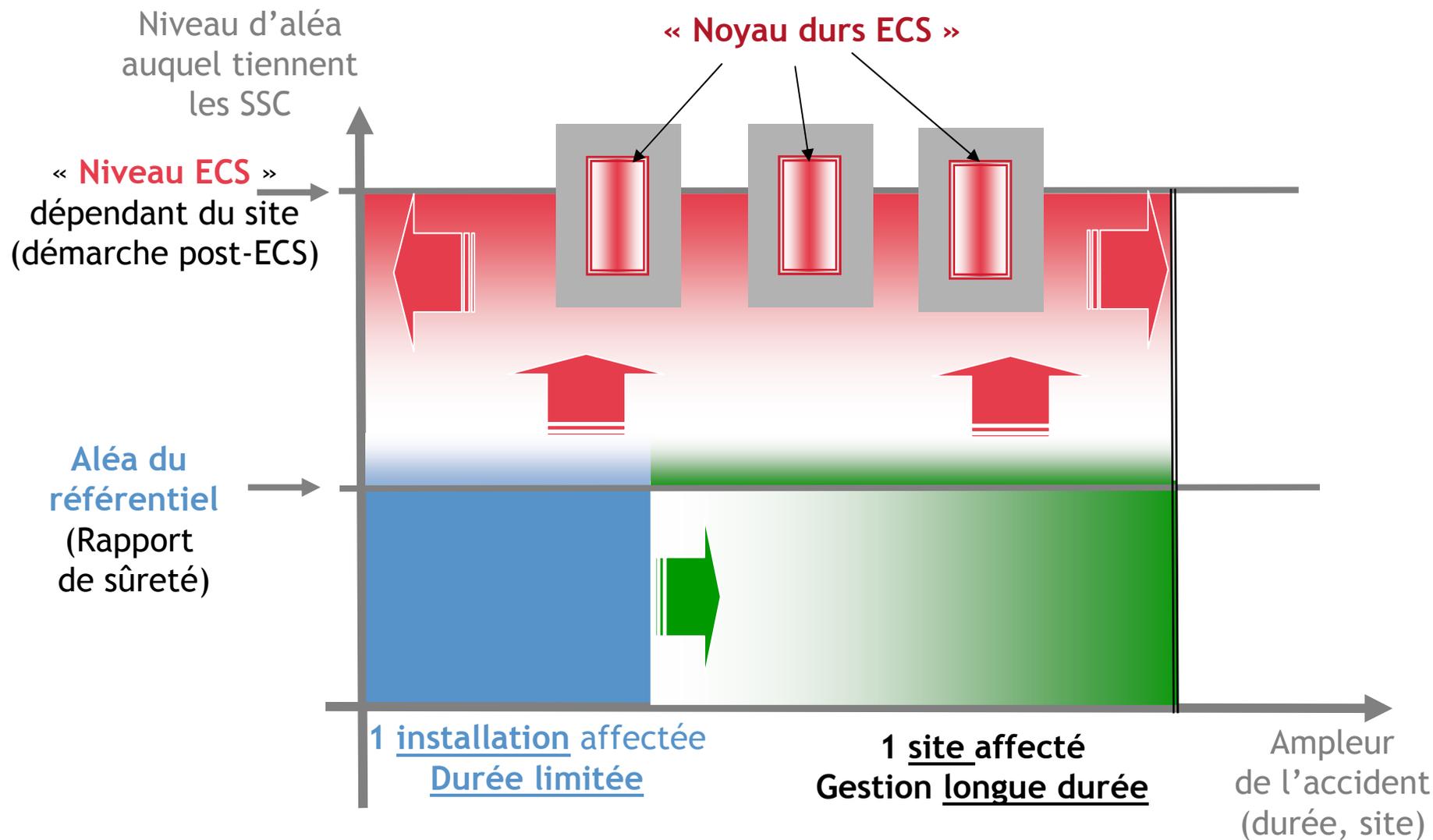
! D'autres événements (brèche, explosion...) pourraient être **induits** et constitueraient alors un ou plusieurs **aggravants** que le noyau dur et l'organisation **ne seraient peut être pas en mesure de gérer**.

Les études de sûreté ont mis en évidence un nombre limité de SSC dont la défaillance induirait des effets fautive importants (délai court avant fusion).

➔ vérifier voire renforcer la tenue des SSC concernés pour des « aléas ECS ».

En tout état de cause les SSC des noyaux durs devront être protégés à l'égard des éventuels événements induits (incendie, explosion, chute de charge...)

La démarche générale post-ECS

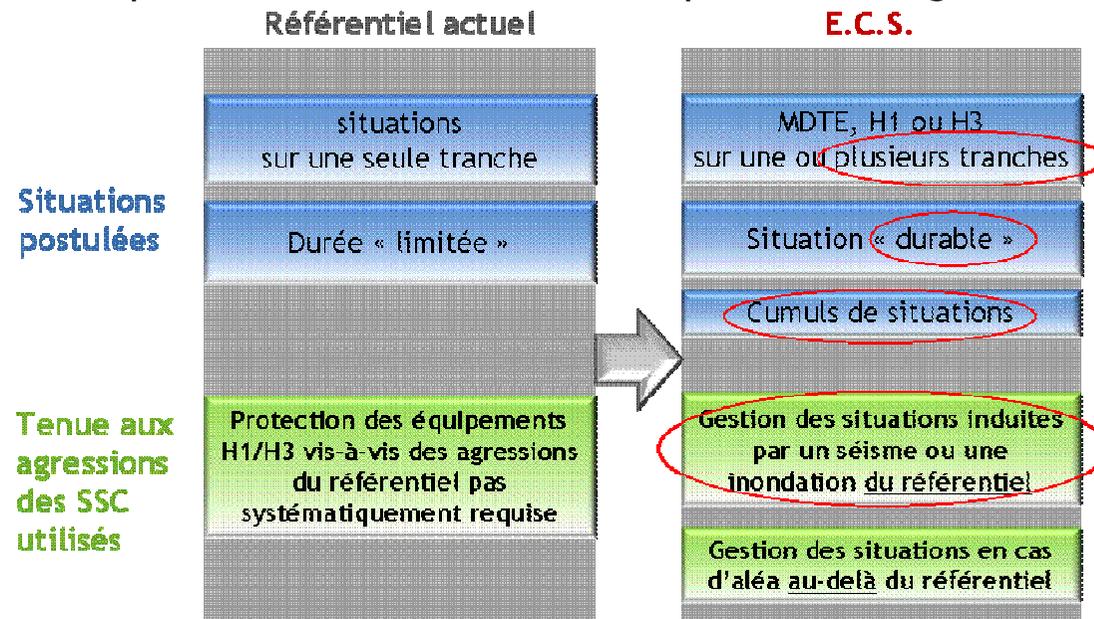


Sommaire

1. Rappel sur les ECS - origine, contours, calendrier, contexte
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. La nécessaire évolution des référentiels de sûreté existants
6. Le recours à la sous traitance
7. Conclusion

La nécessaire évolution des référentiels de sûreté existants

- 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,



Sommaire

1. Rappel sur les ECS - origine, contours, calendrier, contexte
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. La nécessaire évolution des référentiels de sûreté existants
6. Le recours à la sous traitance
7. Conclusion

Le recours à la sous traitance : conclusion générale

■ Un exercice à peu près réussi...

- De manière générale, l'IRSN constate que les dossiers transmis par les exploitants répondent au cahier des charges de l'ASN en présentant les dispositions mises en œuvre pour les quatre thématiques demandées

■ Mais peu conclusif !

- Les données transmises permettent d'appréhender les stratégies et les doctrines mais ne renseignent pas sur leur appropriation et leur déclinaison effective par les acteurs de terrain
- Ces informations ne permettent pas de répondre à toutes les questions relatives au recours à la sous-traitance que les instructions antérieures de l'IRSN soulèvent, ni de conclure sur l'influence du recours à la sous-traitance quant à « *la maîtrise par l'exploitant de la sûreté de son installation, en fonctionnement normal et accidentel* »
- Pour être conclusive, l'instruction de l'IRSN aurait requis des enquêtes de terrain (observations, entretiens) et de nombreux échanges techniques qui n'ont pas été possibles dans le cadre contraint des ECS

Pour approfondir le sujet (1/3)

■ Une question d'importance

- Qui doit être instruite « rigoureusement », en dépassant les « postures idéologiques »

■ Une question complexe

- Qui nécessite la production de connaissances scientifiques « neuves »

■ Et Fukushima dans tout ça ?

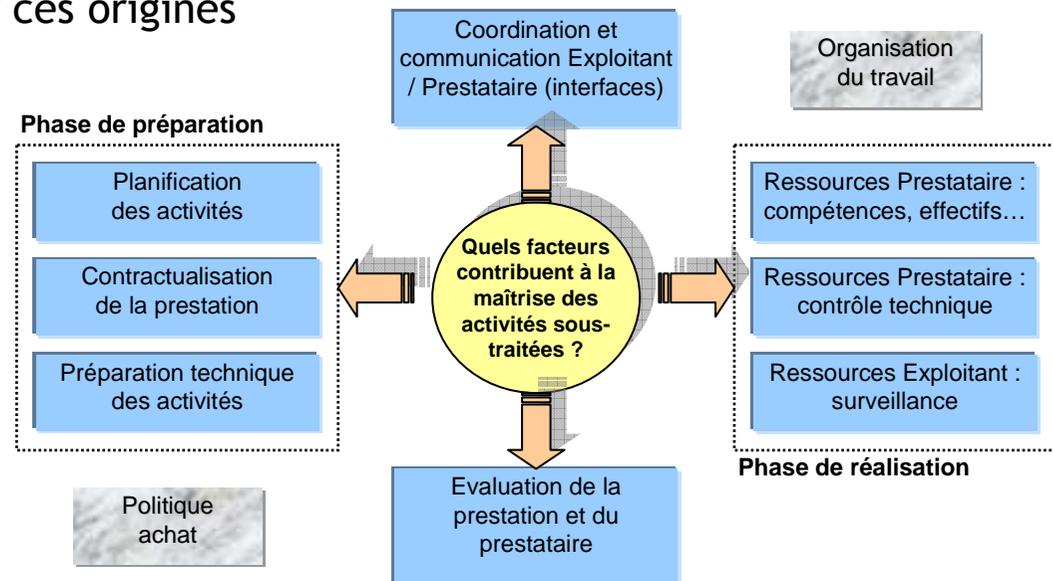
- On ne tirera toutes les « leçons sur les FOH » de l'accident qu'en obtenant les données précises sur ce qui s'est réellement passé en termes d'intentions, de décisions et d'actions de l'ensemble des intervenants
- Voir dans le rapport, l'exemple de la supposée « fuite des prestataires » au moment de l'accident...

Pour approfondir le sujet (2/3)

Instruire rigoureusement les impacts de la sous-traitance sur la sûreté et la radioprotection

- Formuler des hypothèses vérifiables
- Recueillir des données méthodologiquement valides (entretiens, observations) et représentatives de la situation réelle
- Analyser ces données pour identifier les difficultés et leurs origines (réglementaires, économiques, organisationnelles, techniques, politiques...)
- Proposer des actions ciblées sur ces origines

→ Examiner la « maîtrise » des activités sous-traitées par les exploitants...



Pour approfondir le sujet (3/3)

■ Produire des connaissances nouvelles sur le recours à la sous-traitance

- La question de la perte de responsabilité : Le recours à la sous-traitance entraîne-t-il nécessairement une déresponsabilisation de l'exploitant ? Si déresponsabilisation il y a, comment se manifeste-t-elle, quel est l'impact réel sur la sûreté ?
- La question des modalités de contractualisation : Comment objectiver l'ampleur des phénomènes de moins-disance, de sous-traitance en cascade (pourquoi 3 niveaux plutôt que 2 ou 4 ?) ? Quels en sont les effets exacts ?
- La question des conditions de travail et de vie ...
- La question des compétences internes/externes ...

■ Un exploitant responsable doit contribuer à la production de connaissances scientifiques nouvelles

- D'autant que le sujet est porteur de controverses fortes, qu'il préoccupe la société civile. Il faut entendre cette inquiétude et tenter de l'objectiver
- Les résultats de ces recherches doivent permettre d'améliorer les doctrines et pratiques existantes

Projet de recommandation

■ Projet de recommandation

Les groupes permanents recommandent que EDF, AREVA et CEA engagent un programme d'études et de recherches dans le domaine des sciences humaines et sociales, traitant du recours à la sous-traitance. Ce programme s'attachera à caractériser les risques et éclairera par exemple les questions suivantes :

- le lien entre la sous-traitance et la perte de responsabilité,
- les effets sur la sûreté de modalités particulières de contractualisation (sous-traitance en cascade, moins-disance...),
- les effets sur la sûreté des conditions de travail et de vie des prestataires,
- les risques relatifs à la perte potentielle de compétences.

Les connaissances produites par ces études et ces recherches seront utilisées pour définir des dispositions propres à réduire les risques identifiés.

■ Position des exploitants

- Engagement acceptable pour ILL. Aucun engagement pour EDF, AREVA et CEA

➔ maintien du projet de recommandation pour EDF, AREVA et CEA

Avis du groupe permanent

Aspects organisationnels et humains

Les groupes permanents considèrent que les aspects organisationnels et humains devront être examinés à la lumière des enseignements qui pourront être tirés de l'accident de Fukushima, notamment pour valider l'application pratique des mesures provenant des ECS.

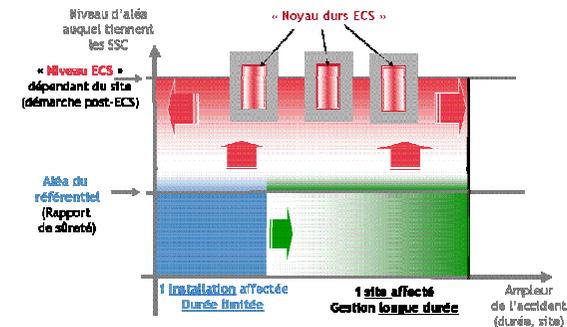
En ce qui concerne plus particulièrement les aspects liés à la sous-traitance, et bien qu'à ce jour aucun lien n'ait été établi entre la sous-traitance et le déroulement de l'accident de Fukushima, les groupes permanents considèrent qu'il s'agit d'un élément important qui peut conditionner la robustesse du fonctionnement des installations. Ils estiment que les exploitants doivent poursuivre leurs réflexions et leurs actions notamment sur les questions suivantes :

- le lien entre la sous-traitance et l'exercice de la responsabilité des exploitants,
- les effets sur la sûreté de modalités particulières de contractualisation (sous-traitance en cascade, sous-traitance interne ou externe, moins-disance...),
- les effets sur la sûreté des conditions de travail et de vie des prestataires,
- les risques relatifs à la perte potentielle de compétences.

Sommaire

1. Rappel sur les ECS - origine, contours, calendrier, contexte
2. La conformité des installations
3. La robustesse des installations
4. L'intégration des ECS dans l'approche de sûreté française
5. La nécessaire évolution des référentiels de sûreté existants
6. Le recours à la sous traitance
7. 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.
 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.

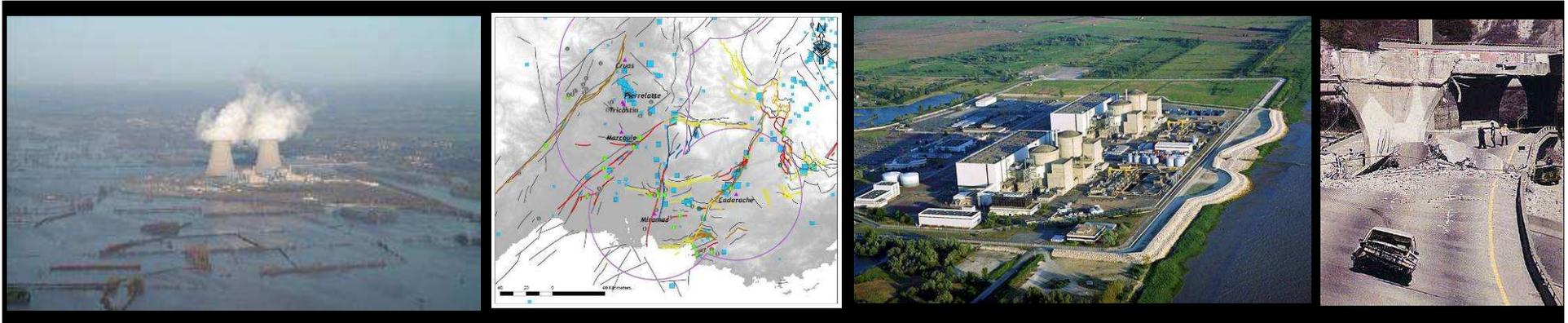
6. Conclusion

- Un **travail important** fourni par les exploitants dans un délai extrêmement contraint.
- Des **propositions d'améliorations concrètes**. Dans certains cas, pour EDF, des délais de mise en œuvre importants.
- Pour AREVA, des **propositions d'améliorations** dans le cadre d'une « étude générale transverse » **à venir mi-2012**.
Pour Pierrelatte, des études de mise en conformité d'installations (usine W...) engagées pour 2012, des moyens de limitation des conséquences (rabattage de nuages toxiques...).
- Des installations du **CEA diversement sensibles aux scénarios** considérés (avec pour le RJH une poursuite de la définition des noyaux durs) ou installations non pérennes. Panorama plus complet prévu en 2012.

6. Conclusion

- La mise en œuvre de noyaux durs par les exploitants devrait conduire à une **amélioration significative de la robustesse** des installations tant à l'égard des situations considérées dans les ECS qu'aux situations liées à des défaillances internes à l'installation
- La définition des niveaux d'aléas à retenir pour les exigences à appliquer au noyau dur sera une étape importante pour son déploiement (mi 2012).
- Des points de vigilance côté IRSN :
 - privilégier lorsque possible l'ajout de nouveaux matériels, simples et robustes,
 - rechercher les diversifications.

Merci de votre attention



Pour en savoir plus : www.irsn.fr