

L'échéance des 40 ans du parc nucléaire français

Processus de décision, options de renforcement et coûts associés
à une éventuelle prolongation d'exploitation
au delà de 40 ans des réacteurs d'EDF

Yves Marignac

Directeur de **WISE-Paris**

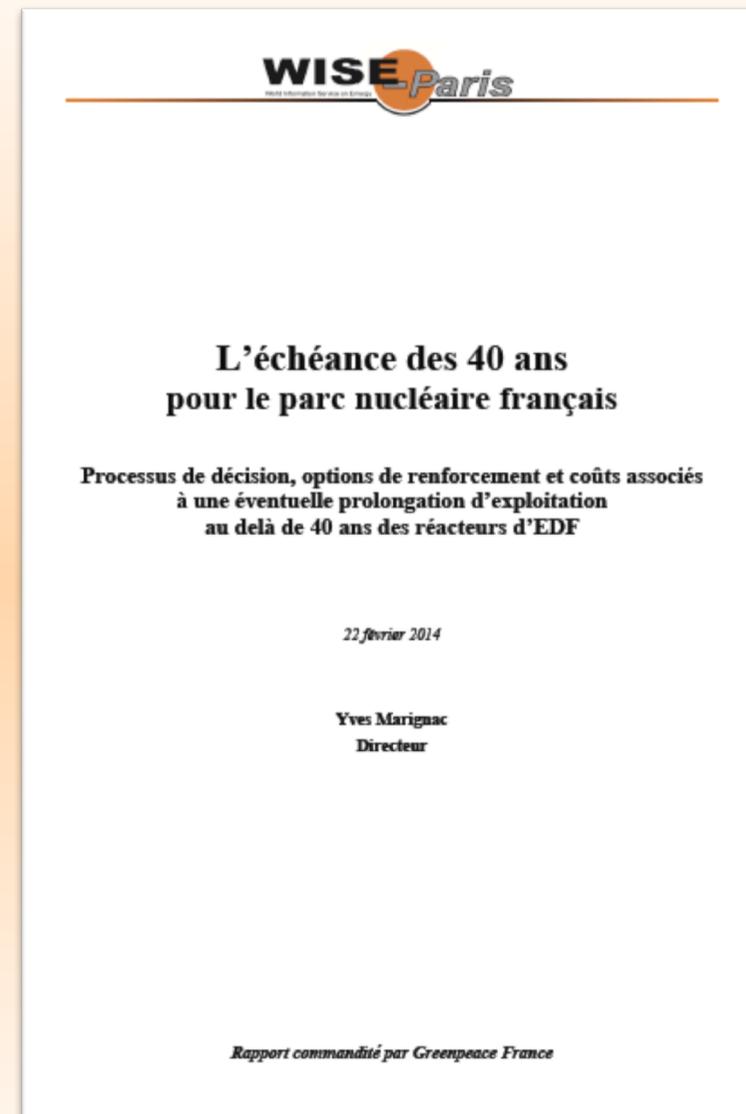
Rapport commandité par Greenpeace France

Conférence de presse
Palais Brongniart, Paris

25 février 2014

Points abordés

Introduction	Objectif de l'étude Méthode et contenu du rapport
État des lieux	Caractéristiques du parc nucléaire Âge technique et réglementaire Sûreté, vieillissement et post-Fukushima
Enjeux	Exigences de sûreté Processus de décision Calendrier
Scénarios	Construction de scénarios contrastés Caractérisation technique des scénarios Estimation des coûts associés
Conclusion	Constats et recommandations



Un contexte d'urgence sur le dossier

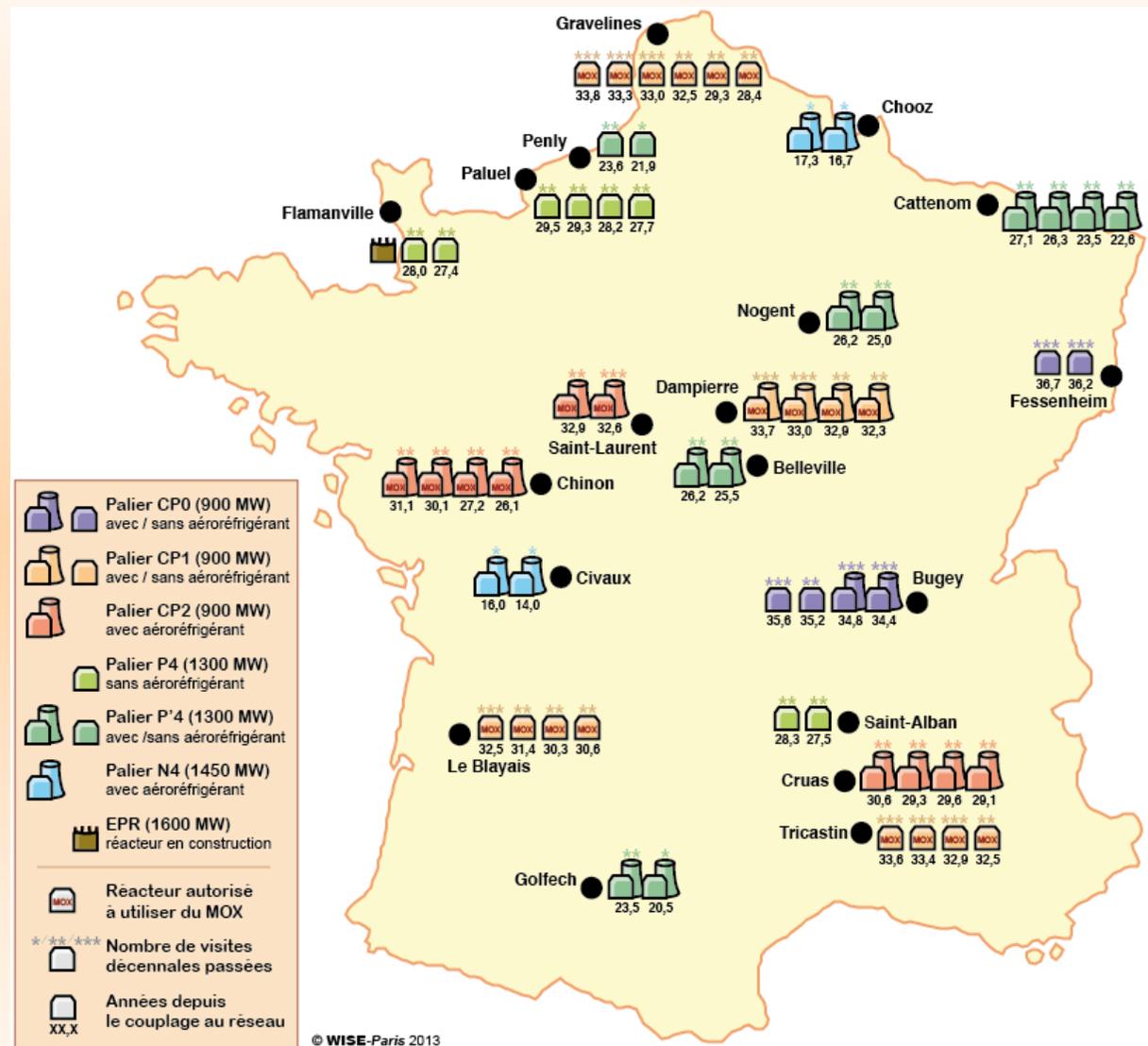
- **L'échéance des 40 ans des réacteurs approche massivement**
- **EDF a annoncé dès 2008 une stratégie de prolongation au delà de 40 ans poussée depuis avec les annonces du « grand carénage »**
- **Des alertes sont lancées sur le choix implicite (Cour des Comptes, 2012) de prolongations qui ne sont pas acquises (ASN, 2013)**
- **L'engagement présidentiel de ramener le nucléaire à 50 % à 2025 ne s'accompagne d'aucune trajectoire claire de gestion du parc nucléaire**
- **L'incertitude règne sur les exigences et les coûts d'une prolongation**
- **Il y a urgence à poser les bases d'un débat éclairé**

Démarche proposée dans l'étude

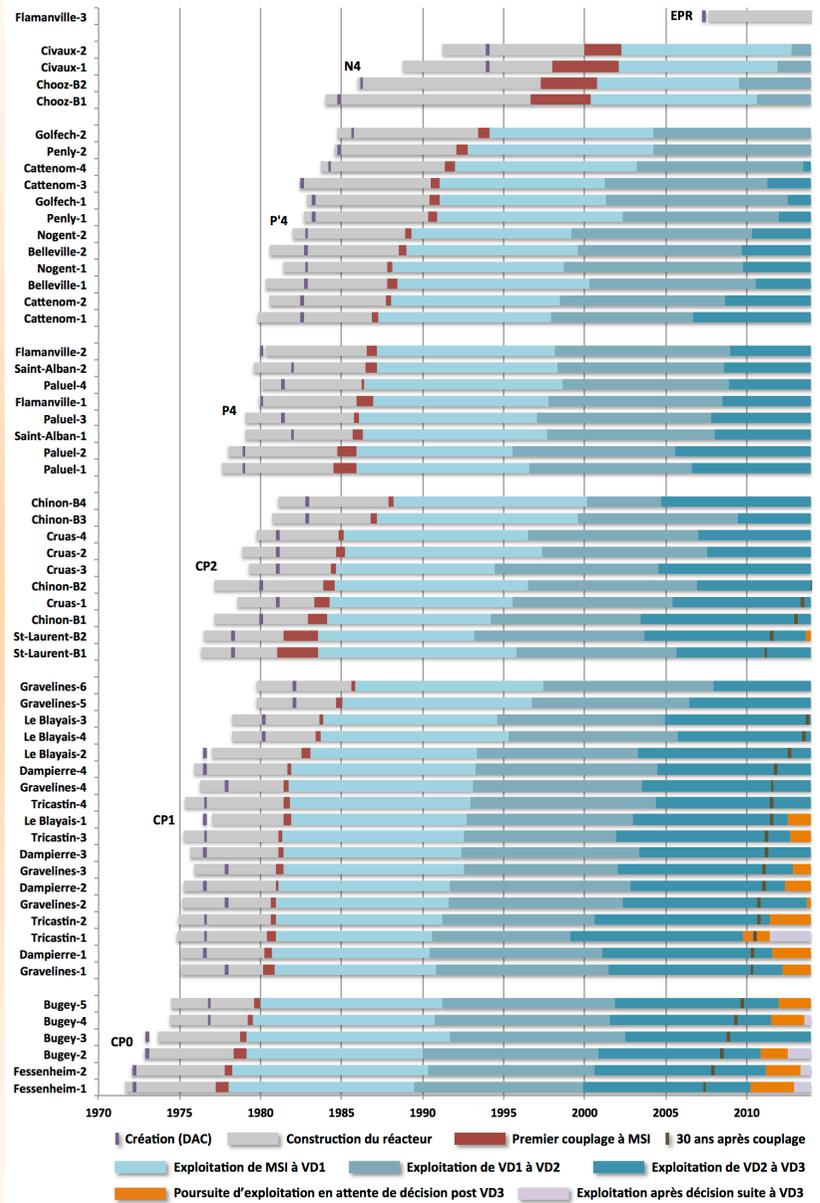
- Rappel de la **problématique PLEX** et de ses enjeux financiers
- Examen des **caractéristiques du parc** français sur le plan réglementaire et technique par rapport à l'échéance des 40 ans
- Discussion des **enjeux de sûreté** attachés au vieillissement et aux réévaluations de sûreté post-Fukushima
- Analyse des **renforcements déjà engagés** ou prévus dans le cadre des prescriptions de l'Autorité de sûreté nucléaire
- Réflexion prospective sur les **scénarios** de renforcement envisageables
- Déclinaison technique et **évaluation économique** de ces scénarios, pour mettre en évidence les enjeux

Un parc standardisé :

- 58 réacteurs sur 19 sites un seul exploitant EDF
- Même filière (REP), répartis en 6 paliers :
 - 34 unités / 3 paliers 900 MWe
 - 20 unités / 2 paliers 1.300 MWe
 - 4 unités / 1 palier 1.450 MWe (plus l'EPR en construction)
- Un traitement générique des enjeux techniques de la prolongation
- Un risque de problème générique dans la stratégie de prolongation



© WISE-Paris 2013



Une pyramide des âges critique

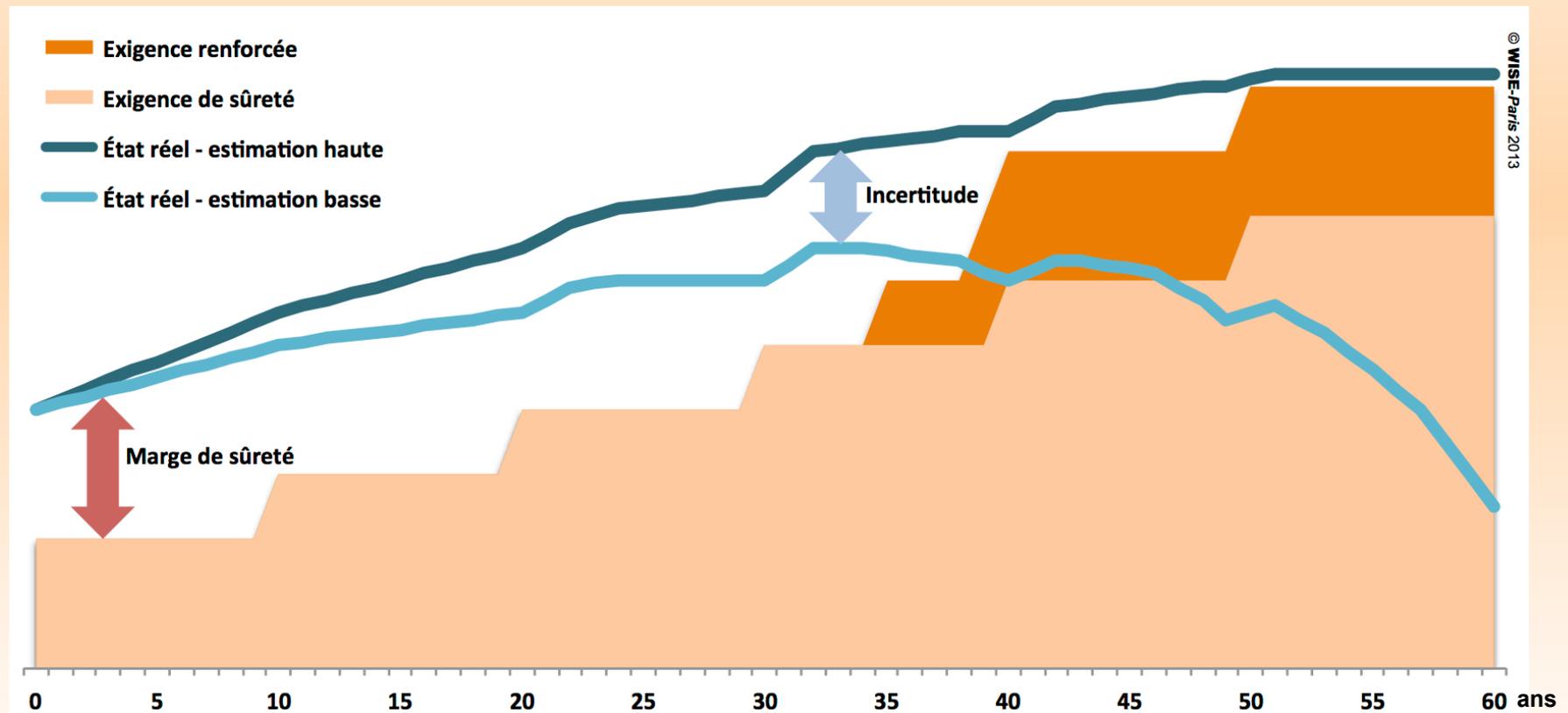
- **29 ans de fonctionnement en moyenne** (depuis le couplage au réseau)
- **Un effet « falaise » : 80 % des réacteurs mis en service en 10 ans (1977-1987)**
- **Une gestion par réexamens décennaux applicables réacteur par réacteur**
- **Un glissement de l'âge réglementaire par rapport à l'âge technique**
5 réacteurs de plus de 30 ans sur 27 ont passé l'échéance réglementaire des 30 ans (en moyenne à 34 ans)
- **Pas de définition claire d'une date « 40 ans »**
- ni calendaire (par rapport à un point de départ)
- ni technique (par rapport à un seuil d'usure)

Problèmes de sûreté

- **Limites irréductibles** du dimensionnement initial
 - pour 40 ans de durée de vie au maximum (tenue des gros composants)
 - hors accidents graves (réacteurs conçus avant Three Mile Island et Tchernobyl)
- **Problèmes inéluctables** de vieillissement
 - sur les gros composants, y compris non remplaçables (cuve, enceinte)
 - sur les équipements diffus (par ex. tuyauteries enterrées, câbles électriques)
- **Défaillances majeures** de la « défense en profondeur » mises en évidence par le retour d'expérience post-Fukushima
 - dimensionnement contre les agressions
 - réévaluation du risque d'accident grave sur les réacteurs
 - mise en évidence du risque d'accident grave sur les piscines
- **Prescriptions en cours** par l'ASN : VD3, ECS, ND...
mais processus long où les questions majeures restent ouvertes
Sur environ 55 prescriptions post-Fukushima, 8 directement applicables

Une problématique triple

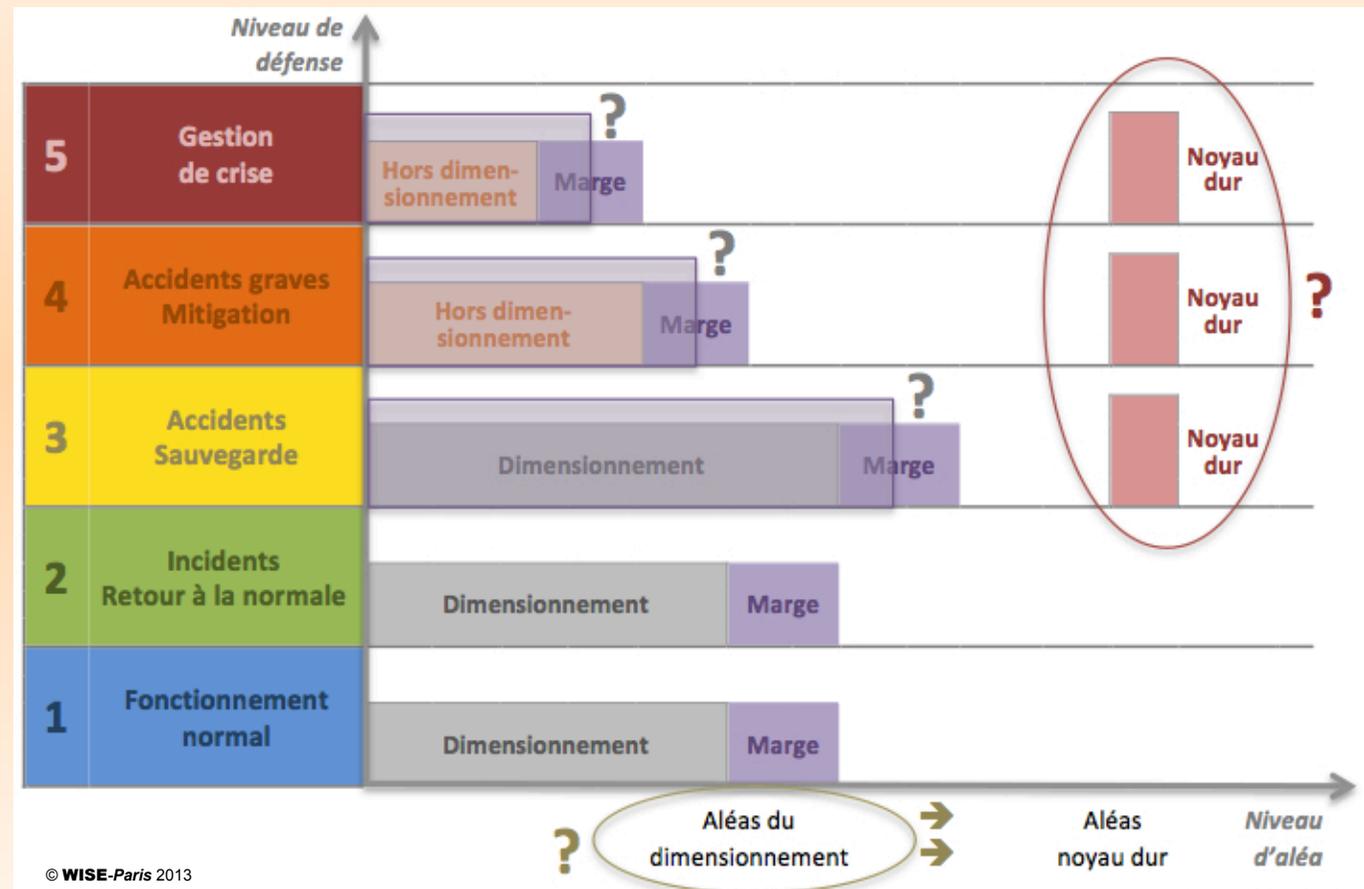
- Compenser la dégradation liée au vieillissement par des renforcements
- Relever les exigences de sûreté (post-Fukushima)
- Gérer une incertitude croissante entre l'état théorique et l'état réel



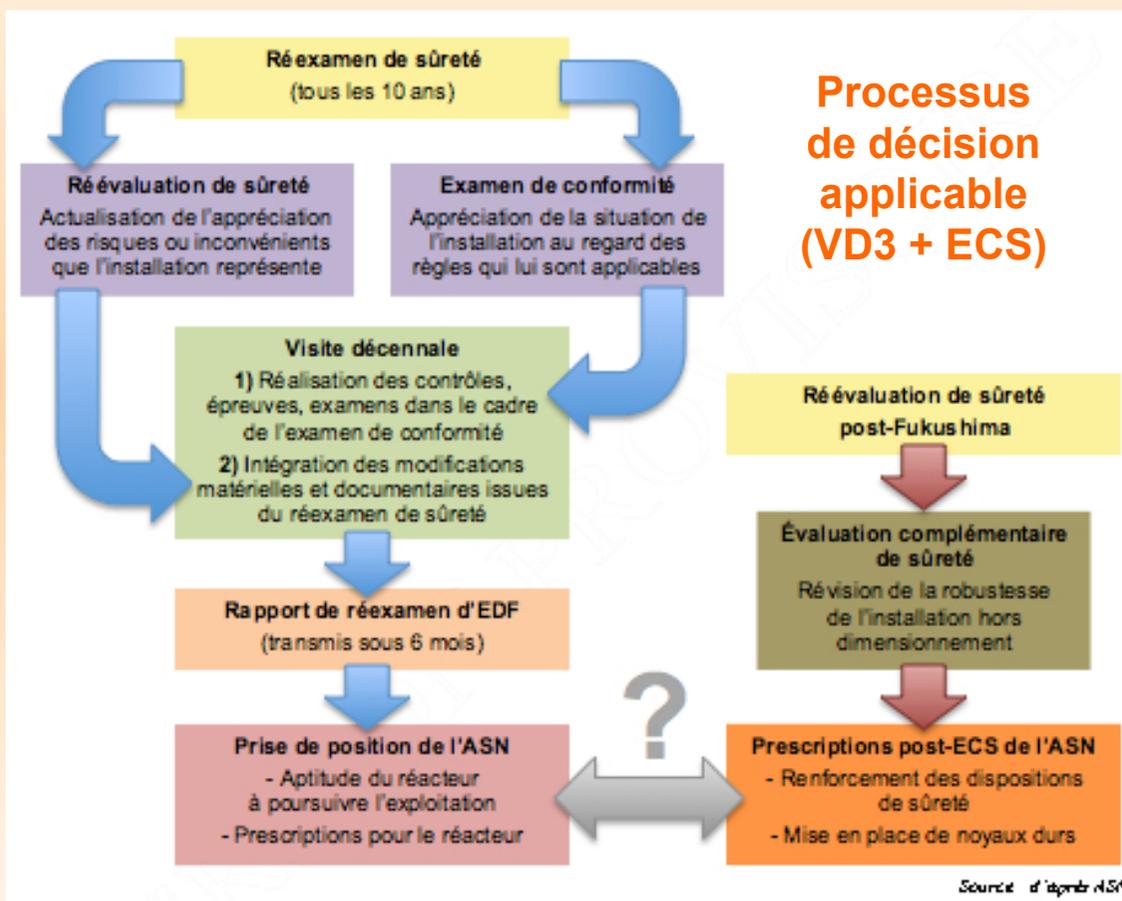
Position ASN : se rapprocher des exigences de sûreté de nouveaux réacteurs (EPR)

Questions ouvertes

- **Aléas** :
niveau de protection contre les agressions
- **Limites du dimensionnement**
- **Critères sur les marges**
- **Noyau dur** :
périmètre, niveau d'indépendance, robustesse
- **Alignement piscines / réacteur**



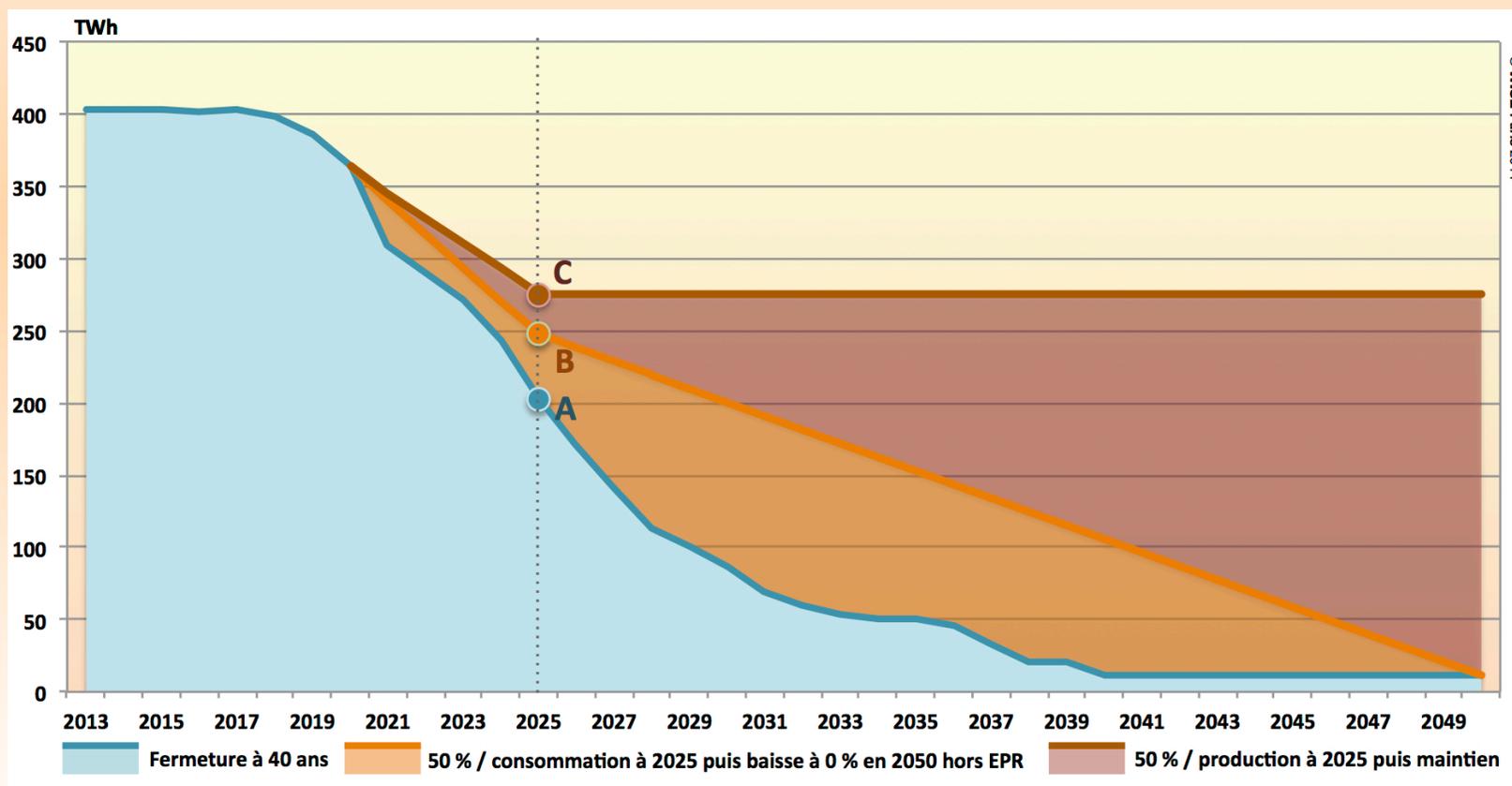
Principes constitutionnels : accès à l'information et participation non respectés dans le processus actuel



- **Le post-40 ans, modification « notable » (TSN)**
 - critère cuve,
 - critère enceinte,
 - redimensionnement,
 - marges, etc.
- **Prolongation assimilable à un Décret d'autorisation de création (DAC)**
- **Impliquerait notamment une enquête publique**
- **Plus de 300 M€ de dépense implique saisine de la CNDP**

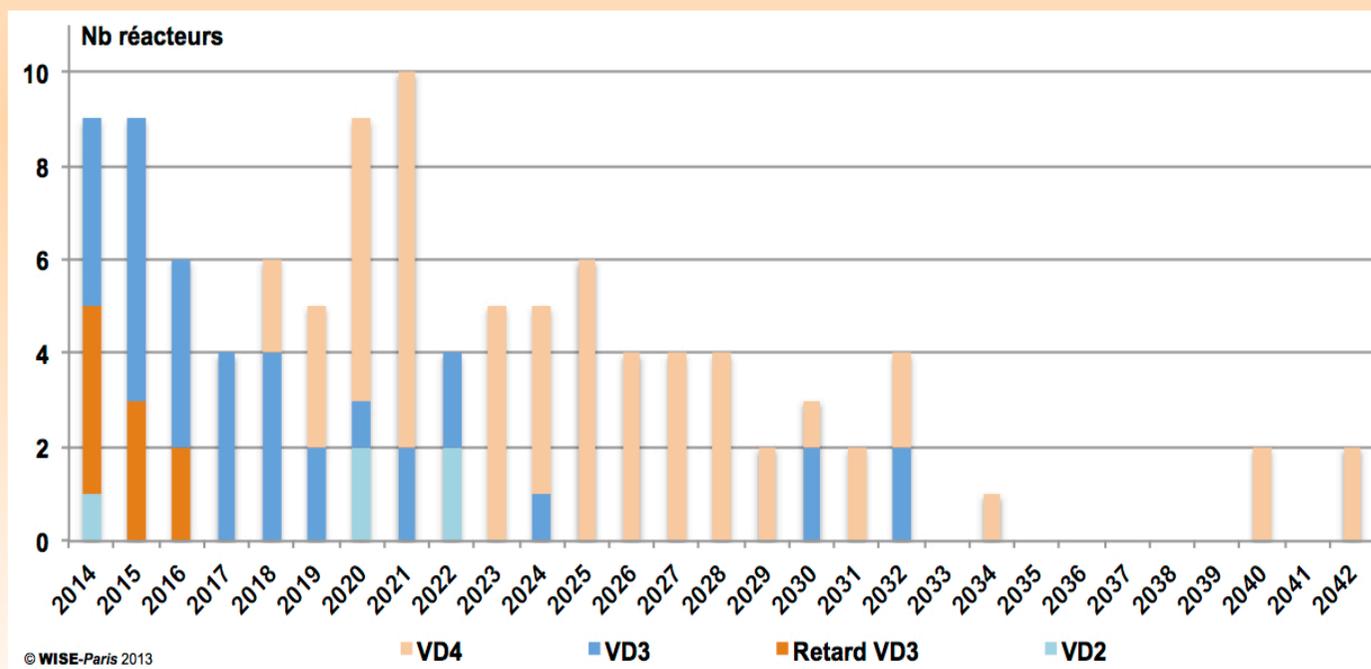
Cohérence des décisions

- Nécessité d'articuler les décisions par réacteur avec la trajectoire énergétique
- En cas de fermeture à 40 ans, chute de moitié de la production en huit ans
- Un gap de capacité qui apparaît dès 2019 et augmente rapidement



Délais des décisions

- **Risque de glissement calendaire** (glissement visible sur VD3)
- **Temps long de déploiement** (20 ans pour VD2 -> VD3 sur paliers 900 MWe)
- **Sujets lourds à instruire – avis générique ASN prévu en 2018-2019**
- **Problème du phasage des décisions et des actions (renforcements)**



Délais de mise en œuvre

- **Incertitude sur les délais pour valider des solutions**
- **Pic de charge à venir pour l'ASN (et l'IRSN)**
- **Pic de charge à venir pour EDF**

Démarche prospective

- Explorer des visions possibles en termes de prolongation en balayant l'ensemble des questions ouvertes
- Ni prévisions, ni prescriptions mais projections cohérentes
- **Cinq facteurs discriminants**
 - Référentiel de sûreté
 - Conformité (maintenance)
 - Orientation technique
 - Processus de décision
 - Délais de réalisation
- **Trois scénarios contrastés** selon l'équilibre trouvé entre dégradation et renforcement
 - S1** : sûreté « dégradée »
 - S2** : sûreté « préservée »
 - S3** : sûreté « renforcée »
- **Sur la base d'une orientation générale de chaque scénario**
 - caractérisation technique des opérations de renforcement associées
 - estimation des coûts et évaluation des coûts agrégés par scénario

	S1	S2	S3
	Sûreté « dégradée »	Sûreté « préservée »	Sûreté « renforcée »
Référentiel	Évolution limitée	Évolution forte	Nouveau référentiel
Conformité	Priorité maintenance corrective	Approche mixte	Priorité maintenance préventive
Orientation technique	Érosion des marges, renforcement a minima	Limitation vieillissement, ajout noyau dur	Redimensionnement et renforcement poussés
Processus de décision	Continuité du processus actuel VD + ECS	Renforcement de la procédure	Processus type DAC + débat public
Délais de réalisation	Mise en œuvre VD4 / fil de l'eau	Mise en œuvre engagée avant VD4	Travaux conditionnels à la prolongation

Démarche systématique

- **Sur la base de l'analyse des enjeux et des positions de l'ASN sur les points ouverts**
- **Prévention et limitation des conséquences d'accidents graves**
 - en bâtiment réacteur (BR)
 - en bâtiment combustible (BK)
- **Répartition dans 9 catégories**
Détail de 36 postes
- **Pour chacun, orientation technique fixée pour chaque scénario**
dans la limite d'un réalisme technique mais sans préjuger de la faisabilité

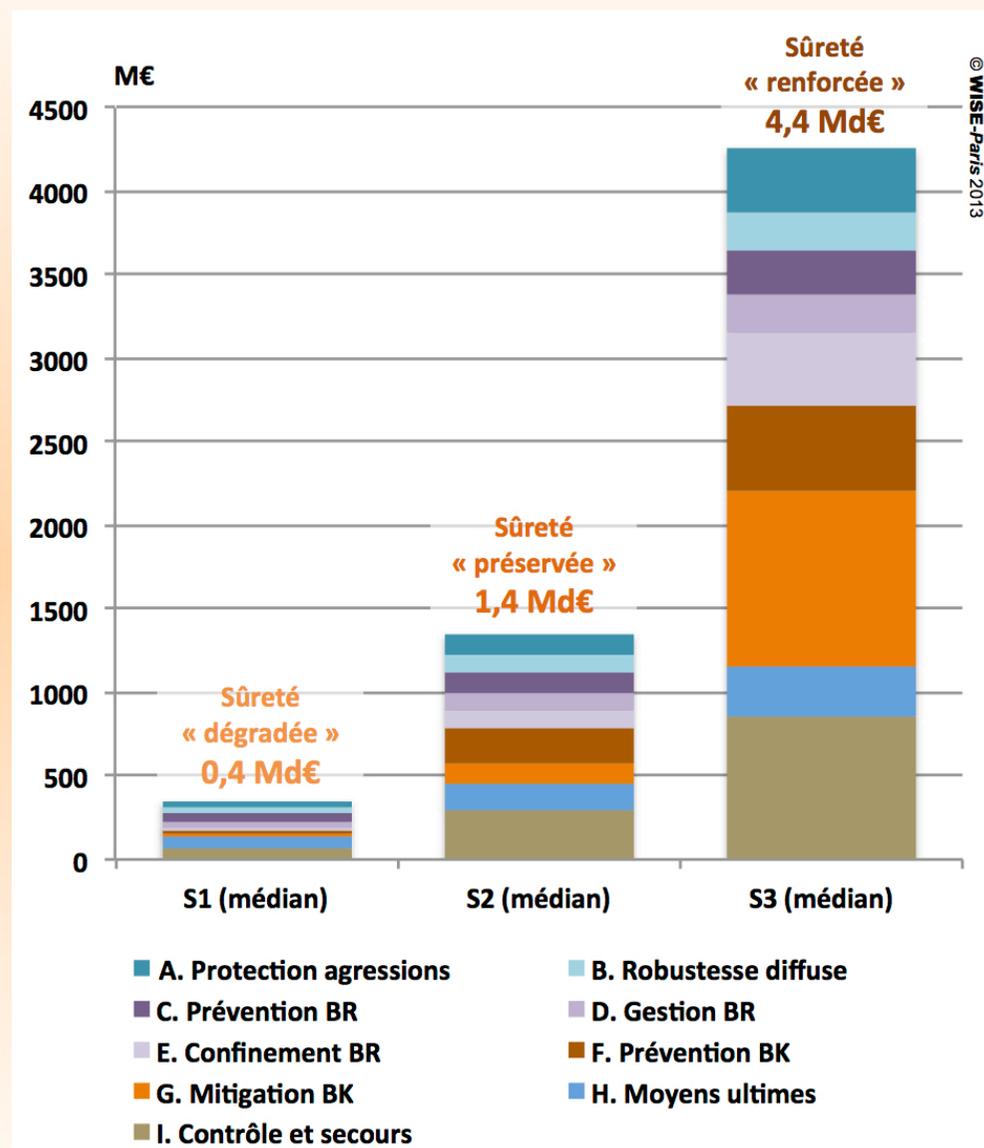
Catégories de renforcement	
A	Protection contre les agressions source froide, alimentation, inondation, séisme, incendie...
B	Robustesse diffuse équipements hydrauliques, électriques, génie civil
C	Prévention accident BR (réacteur) cuve, circuit primaire, générateurs de vapeur...
D	Gestion accident BR risque hydrogène, évacuation puissance...
E	Confinement BR filtration, enceinte, récupérateur de corium...
F	Prévention accident BK (piscine) entreposage complémentaire, tenue piscine, circuit...
G	Gestion accident / confinement BK risque hydrogène, renforcement enceinte...
H	Moyens ultimes de secours noyau dur source froide, groupe diesel
I	Contrôle et gestion de crise contrôle-commande, salle commande, local crise

Précautions sur la méthode

- **Manque de données publiques détaillées sur des opérations existantes**
- **Difficulté à estimer les coûts d'opérations inédites** (ampleur, technique)
- **Travail en ordres de grandeur**
- **Analogie et extrapolation prudente à partir des données existantes**
- **Traitement homogène entre les postes et entre les scénarios**
- **Utilisation de fourchettes d'incertitude larges** (jusqu'à facteur 3)
Valeur médiane ~ moyenne entre fourchette basse et fourchette haute

Précisions sur le périmètre

- **Opérations comptabilisées : renforcements liés à la sûreté**
(sur les postes des scénarios – pas nécessairement exhaustif)
- **Coûts directs : coûts d'investissement et coûts d'intervention**
- **Opérations non comptabilisées**
 - **coûts spécifiques liés à la sécurité** (sur des opérations non liées à la sûreté)
 - **coûts de jouvence sur la partie conventionnelle** (turbines, alternateurs...)
- **Coûts indirects non pris en compte**
 - **constitution de stocks** (gestion de l'obsolescence)
 - **limitation possible des règles d'exploitation** (suivi de charge, combustible...)
 - **perte de productivité liée aux arrêts**
- **Coûts hors coûts financiers**
 - sans incidence si travaux « tranche en marche » ou en arrêts d'exploitation
 - lourd si immobilisation du réacteur pendant plusieurs années pour gros travaux



Estimations pour un réacteur

- Des coûts qui sont la projection d'une application systématique (ni prévision ni prescription)
- Des ordres de grandeur par réacteur hors variations locales

Scénario **S1** : ~ 350 M€ ± 150 M€

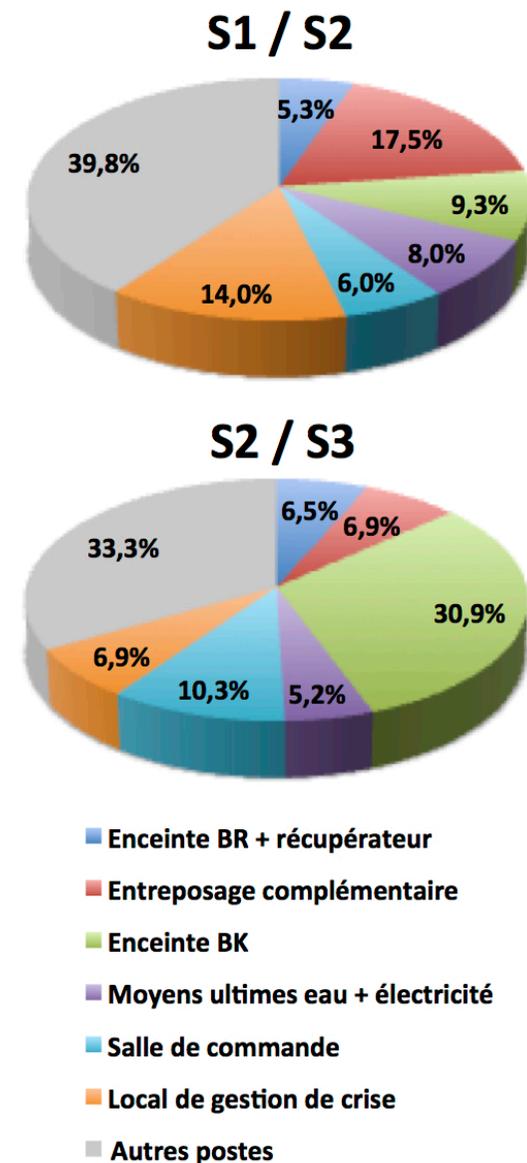
Scénario **S2** : ~ 1350 M€ ± 600 M€

Scénario **S3** : ~ 4350 M€ ± 1850 M€

- Les fourchettes d'incertitude
 - ne modifient pas l'ordre des scénarios (pas de croisement)
 - ne modifient pas les ratios entre les scénarios

Analyse de sensibilité

- **S1** : 5 postes font 50 % de l'incertitude (moyens ultimes)
- **S3** : 4 postes font 50 % de l'incertitude (bunkerisation)
- **S2** est plus réparti
- 1/4 des postes constituent 2/3 de l'écart de coûts entre les scénarios
- La plupart sont aussi des points cruciaux pour un niveau de sûreté élevé (autour d'efforts plus ou moins poussés de « bunkerisation»)
- Ce sont aussi les coûts les plus incertains (ex. de 500 M€ à 1,5 Md€ pour l'enceinte BK)
- A contrario, les résultats sont robustes à l'incertitude sur les coûts plus diffus



- **L'échéance des 40 ans est très proche (même si elle n'est pas définie) et l'effet « falaise » impose une action urgente et massive**
- **Le risque est grand d'aller vers des prolongations par défaut et fait accompli dans un cadre réglementaire et politique insuffisant**
- **L'engagement par EDF d'investissements post-40 ans sans visibilité est une mauvaise pratique, porteuse de risque industriel et financier**
- **La prolongation au delà de 40 ans sort du dimensionnement actuel et la faisabilité de la sûreté dans cette perspective n'est pas acquise**
- **Il semble incontournable, pour maintenir des exigences élevées, de fixer un nouveau référentiel de sûreté spécifique au post-40 ans**
- **Les modifications « notables » et le principe de participation conduisent à considérer la prolongation comme une nouvelle « création »**
- **Les coûts liés à la prolongation restent très incertains et pourraient atteindre 4 fois les estimations actuelles pour respecter des exigences fortes**

Merci de votre attention
et à votre disposition pour les questions

Plus d'information :

WISE-Paris

Yves Marignac, Directeur

E-mail : yves.marignac@wise-paris.org

Tel : 06 07 71 02 41