

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

# Examen par l'IRSN des niveaux d'aléa sismique proposés par EDF pour le Noyau Dur



D. Baumont  
PRP-DGE/SCAN/BERSSIN

Les enjeux de sûreté des réacteurs suite à l'accident  
de Fukushima - ANCCLI  
19 juin 2013

### ■ Demande ASN

- Marges significatives forfaitaires par rapport aux exigences applicables au 1<sup>er</sup> janvier 2012

### ■ RFS 2001-01

- Evaluation fondée sur la sismicité connue (période historique)
- SMHV = Séisme historique le plus pénalisant après translation
- SMS = Majoration du SMHV ( $M + 0,5$ ) pour tenir compte des incertitudes liées aux caractéristiques des séismes historiques et au zonage sismotectonique
- Prise en compte des paléoséismes identifiés
- Spectre minimal forfaitaire calé à 0,1 g
- Prise en compte des conditions de sol (effets de site particuliers)

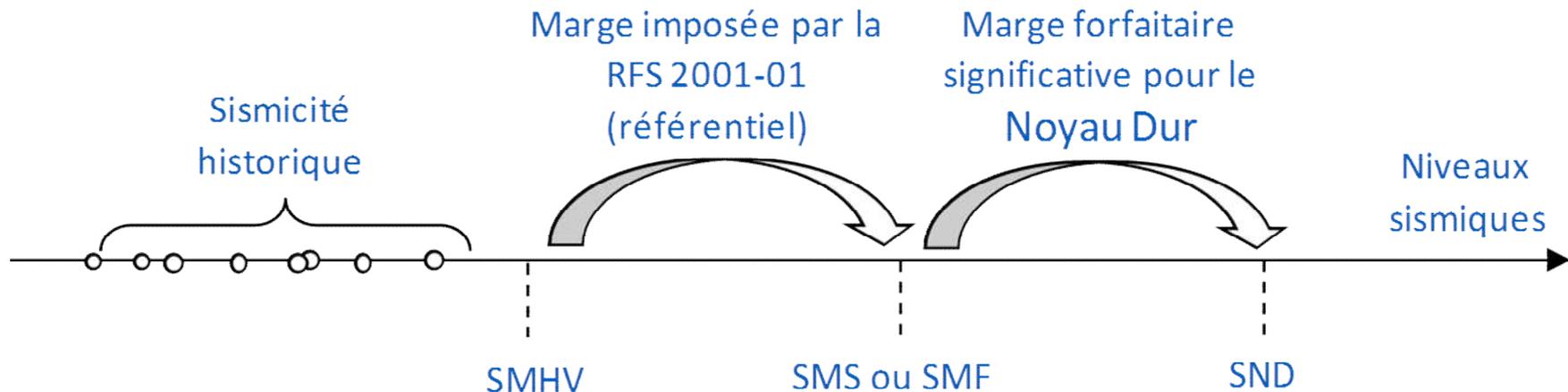
### ■ Plan international

- ENSREG – Peer-review : Compléter par des approches probabilistes.
- Pratique répandue : Spectre de dimensionnement établi sur la base d'un calcul probabiliste de l'aléa associé à une période de retour de 10 000 ans

## Éléments présentés par EDF

### Chargement horizontal

- **Majoration forfaitaire de 50%** des niveaux sismiques issus de la RFS 2001-01 (~ de l'ordre de celle appliquée sur le SMHV => SMS)
- Application d'une **marge supplémentaire en lien avec l'arrêté ICPE** (installations existantes) => 4 sites concernés
- **Forme spectrale SND = SMS**



Chargement vertical =  $\frac{2}{3}$  du chargement horizontal

## Eléments présentés par EDF

Tableau 1. Niveaux SND établis site par site.

Site	Référentiel RFS 2001-01 (g)	Référentiel RFS 2001-01 + marge significative forfaitaire (g)	SND Retenu (g)
BUG	0,15	~ 0,22	0,30
FSH	0,13	~ 0,19	0,30
BLA	0,09 → 0,1	~ 0,15	0,20
CHI	0,19	0,30	0,30
CRU	0,26	0,40	0,40
DAM	0,18	0,25	0,25
GRA	0,27	0,40	0,40
STL	0,10	0,15	0,15
TRN	0,28	0,40	0,40
FLA	0,16	0,25	0,25
PAL	0,15	0,25	0,25
STA	0,07 → 0,1	~ 0,15	0,30
BEL	0,14	0,20	0,20
CAT	0,12	0,20	0,20
GOL	0,12	0,20	0,20
NOG	0,02→0,1	0,15	0,15
PEN	0,13	0,20	0,20
CHZ	0,06→0,1	0,15	0,15
CVX	0,19	0,30	0,30

(g = 9 81m/s²)

x 2

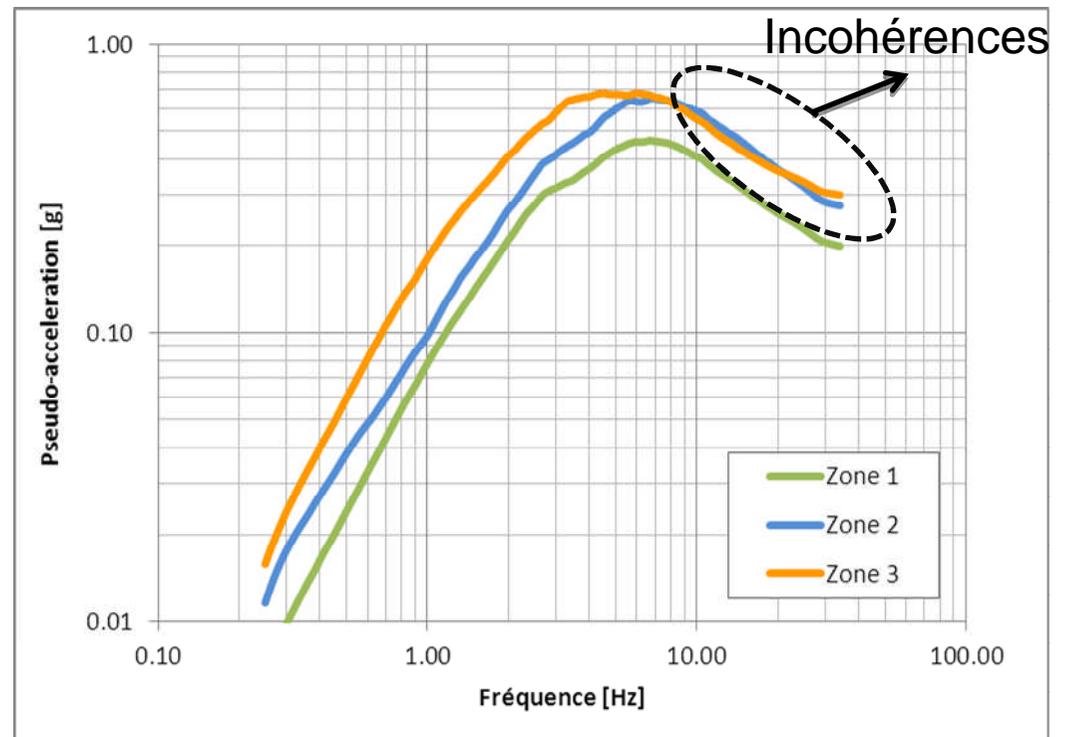
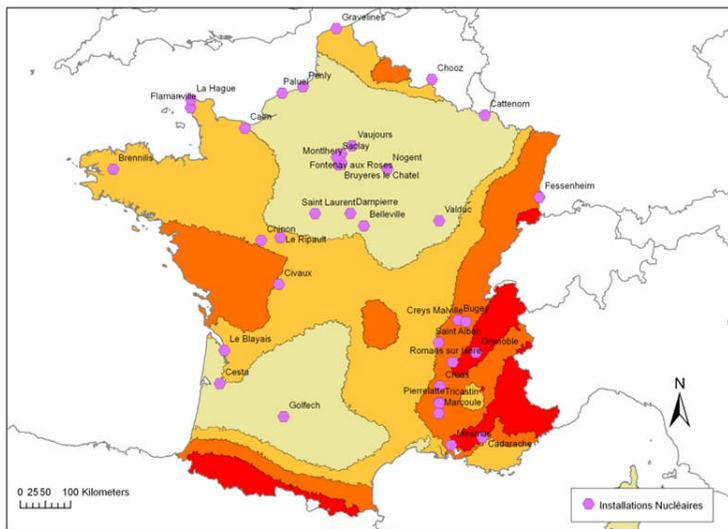
x 1,5

x 3

IRSN => Pas de justification des majorations apportées; Absence d'éléments techniques pour juger du caractère significatif de ces majorations

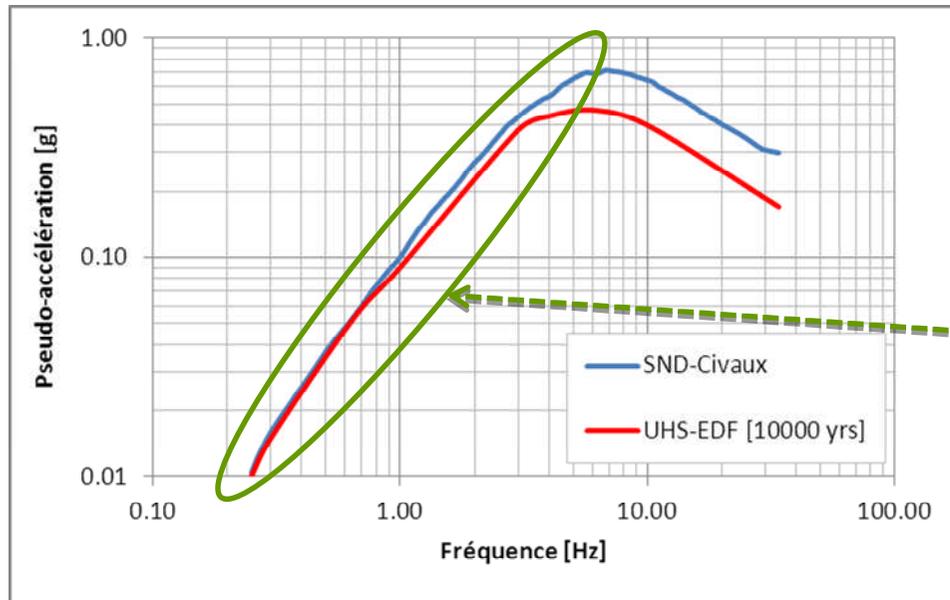
EDF => Valeur « significative et forfaitaire » de son point de vue, qui n'a donc pas à être justifiée

## Analyse IRSN des tendances par zone de sismicité



# Analyse de l'IRSN sur les niveaux d'aléa sismique retenus

## Exemple pour le site de Civaux



SND/UHS-EDF [10 000 ans] < 1.5

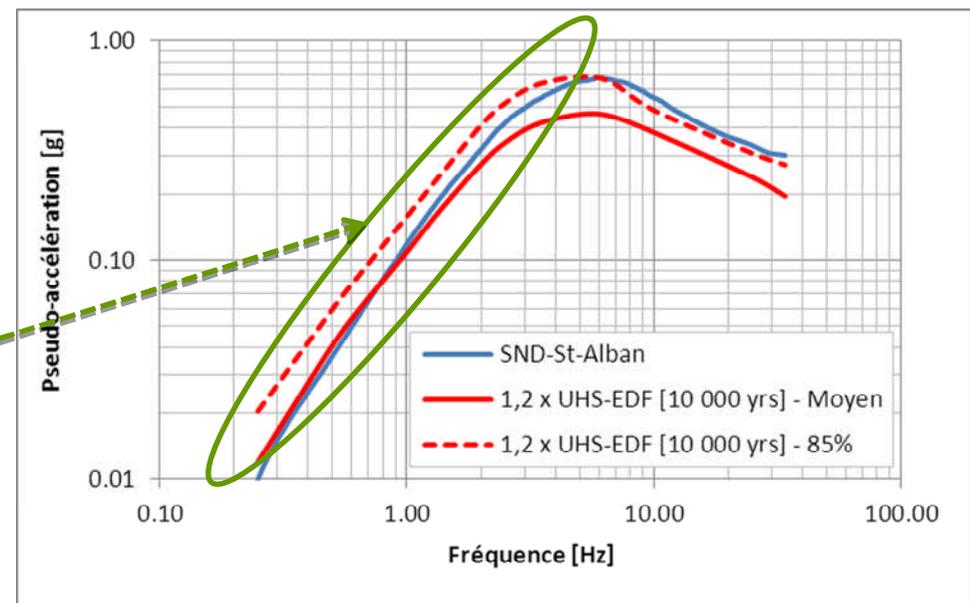
**Spectre SND proposé par EDF n'est pas acceptable < 6 Hz**

## Exemple pour le site de St Alban

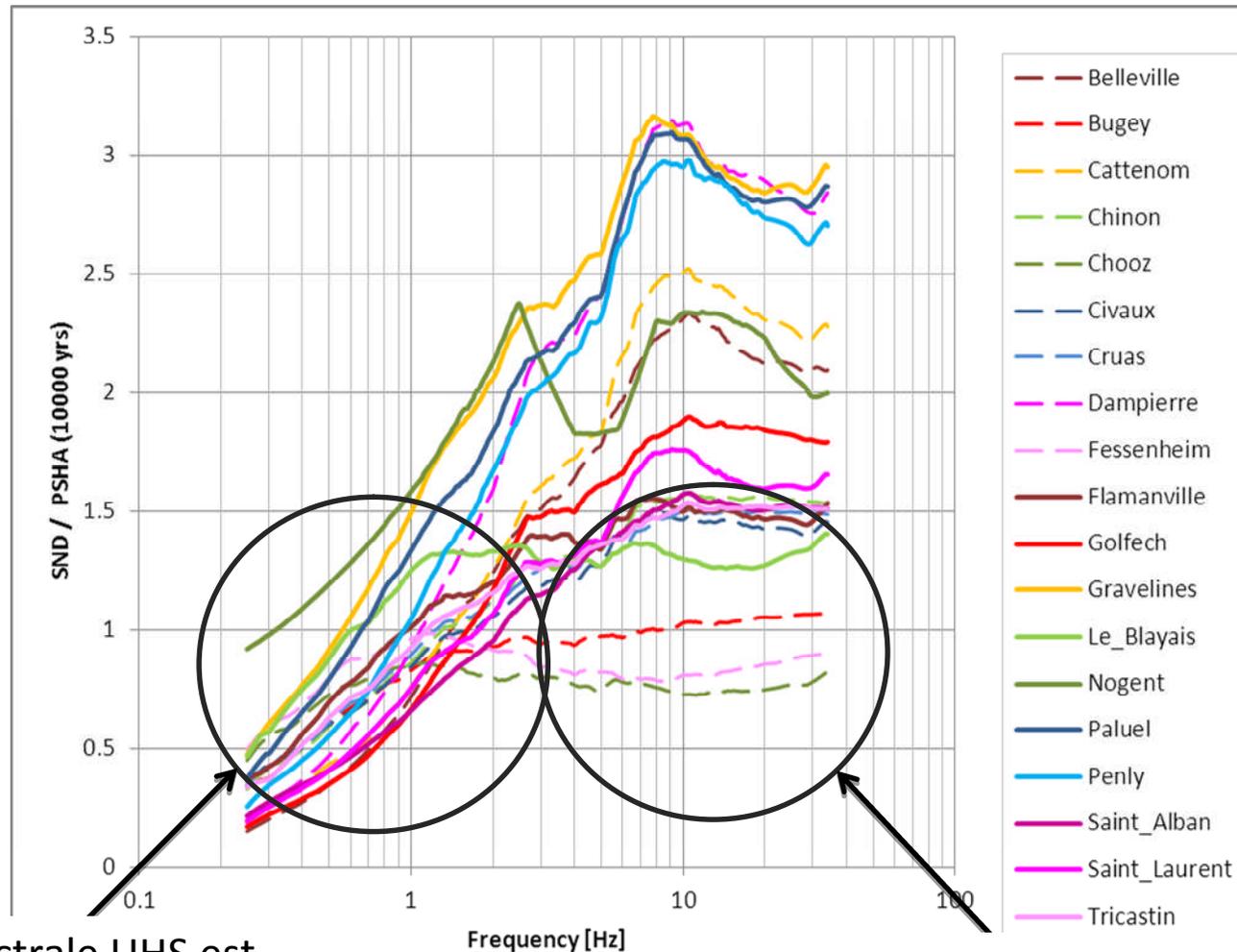
EDF => Majoration de 1,2 du spectre UHS pour tenir compte des effets de site

SND/1,2 x UHS-EDF [10 000 ans] < 1.5

**Spectre SND proposé par EDF n'est pas acceptable < 5-7 Hz**



# Analyse de la proposition EDF au regard PSHA (10 000 ans)



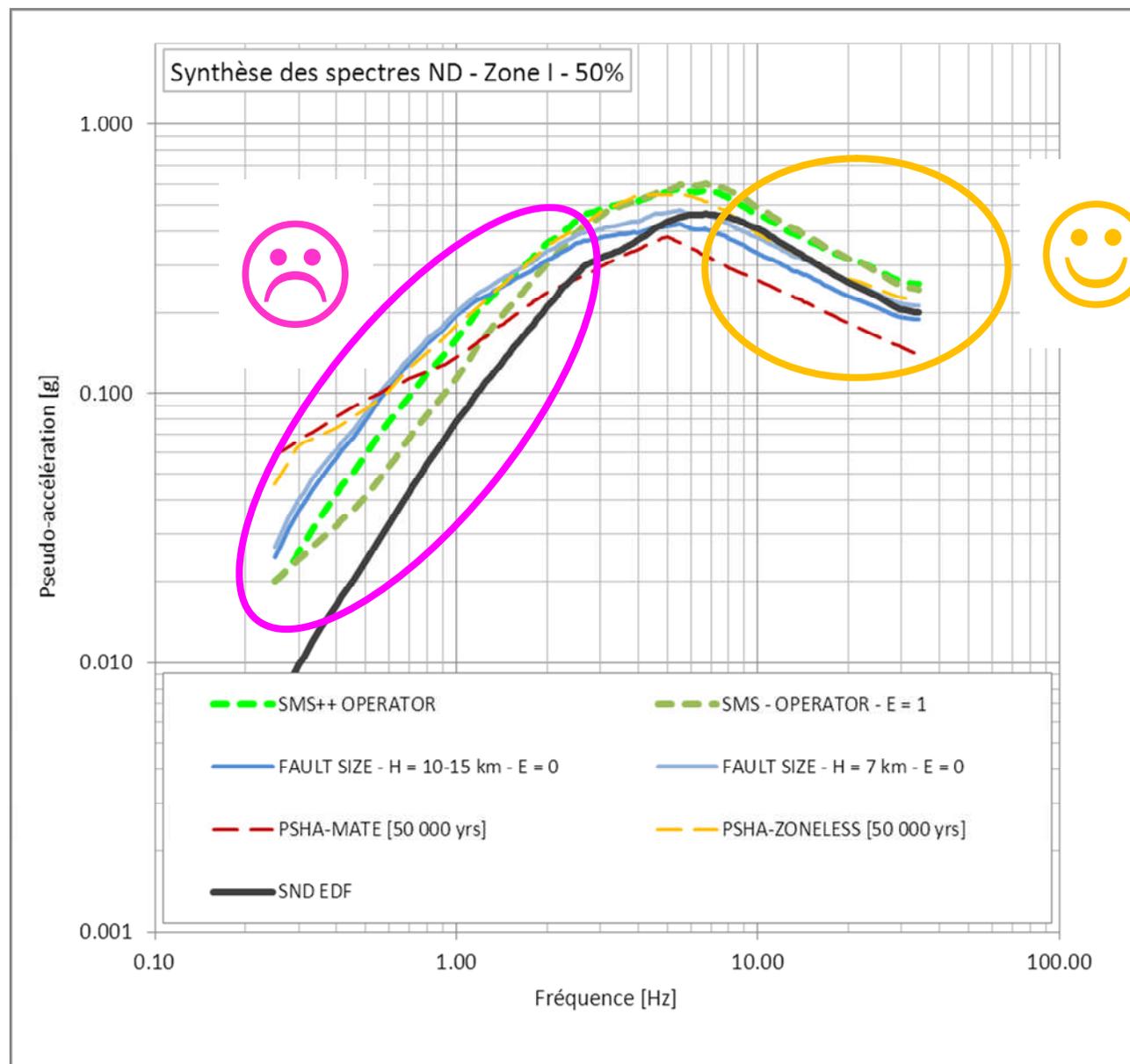
Forme spectrale UHS est plus riche à basse fréquence que celle des SND

Les SND de certains sites ne dépassent pas de manière significative une cible à 10 000 ans selon les calculs IRSN

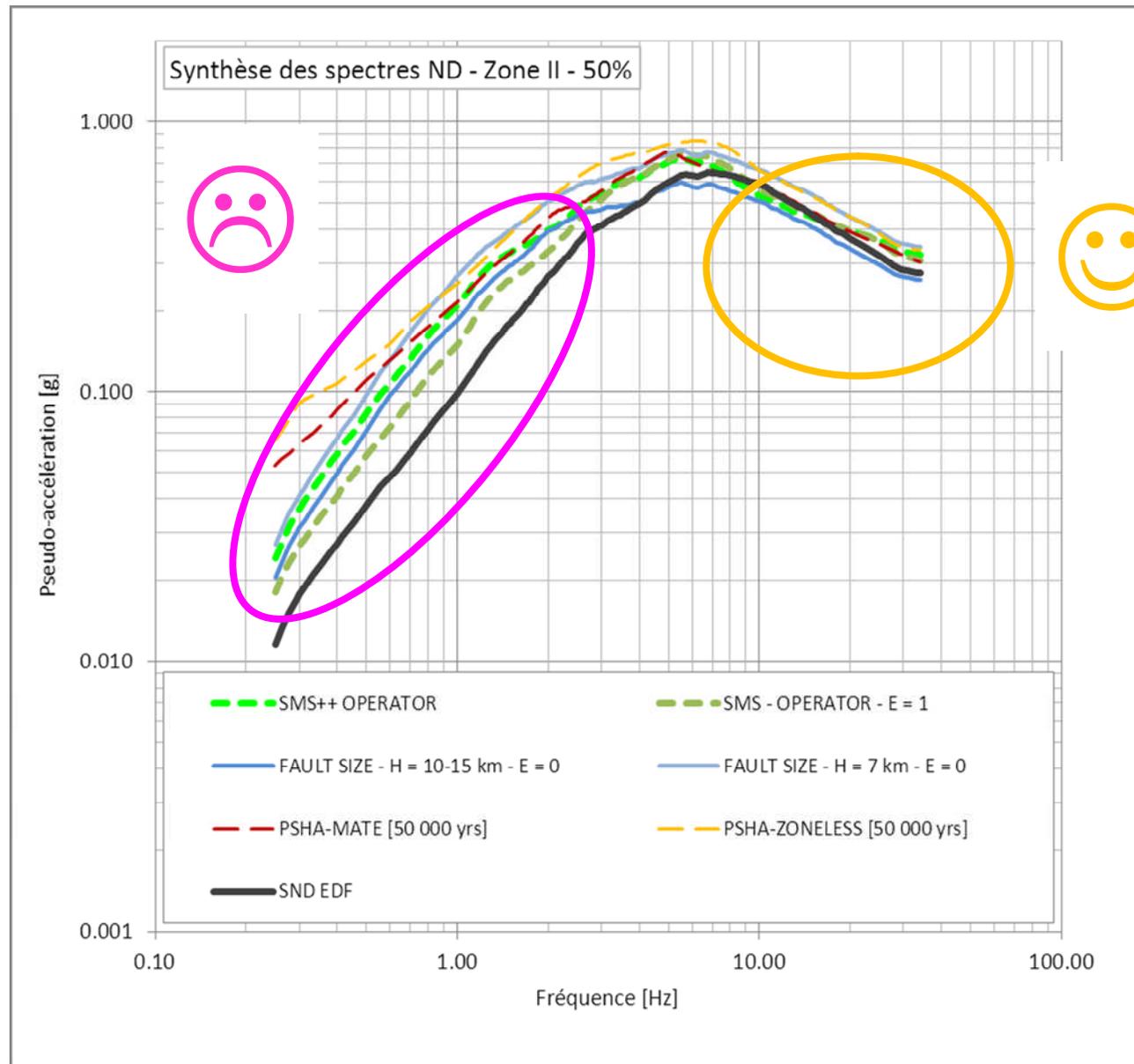
### ■ Démarche d'analyse déployée par l'IRSN sur l'ensemble des sites nucléaires

- Qualifier les propositions des exploitants en tenant compte par exemple :
  - SMS++ = SMS (M+1), typiquement 10 fois moins probable que le SMS
  - SMS ( $\varepsilon=1$ ) = Prise en compte de la variabilité du mouvement sismique
  - FAULT-SIZE = Evaluation fondée sur la dimension des failles (magnitude maximale proportionnelle à la surface de la faille)
  - PSHA = Calcul probabiliste simplifié pour une période de retour significativement supérieure à 10 000 ans

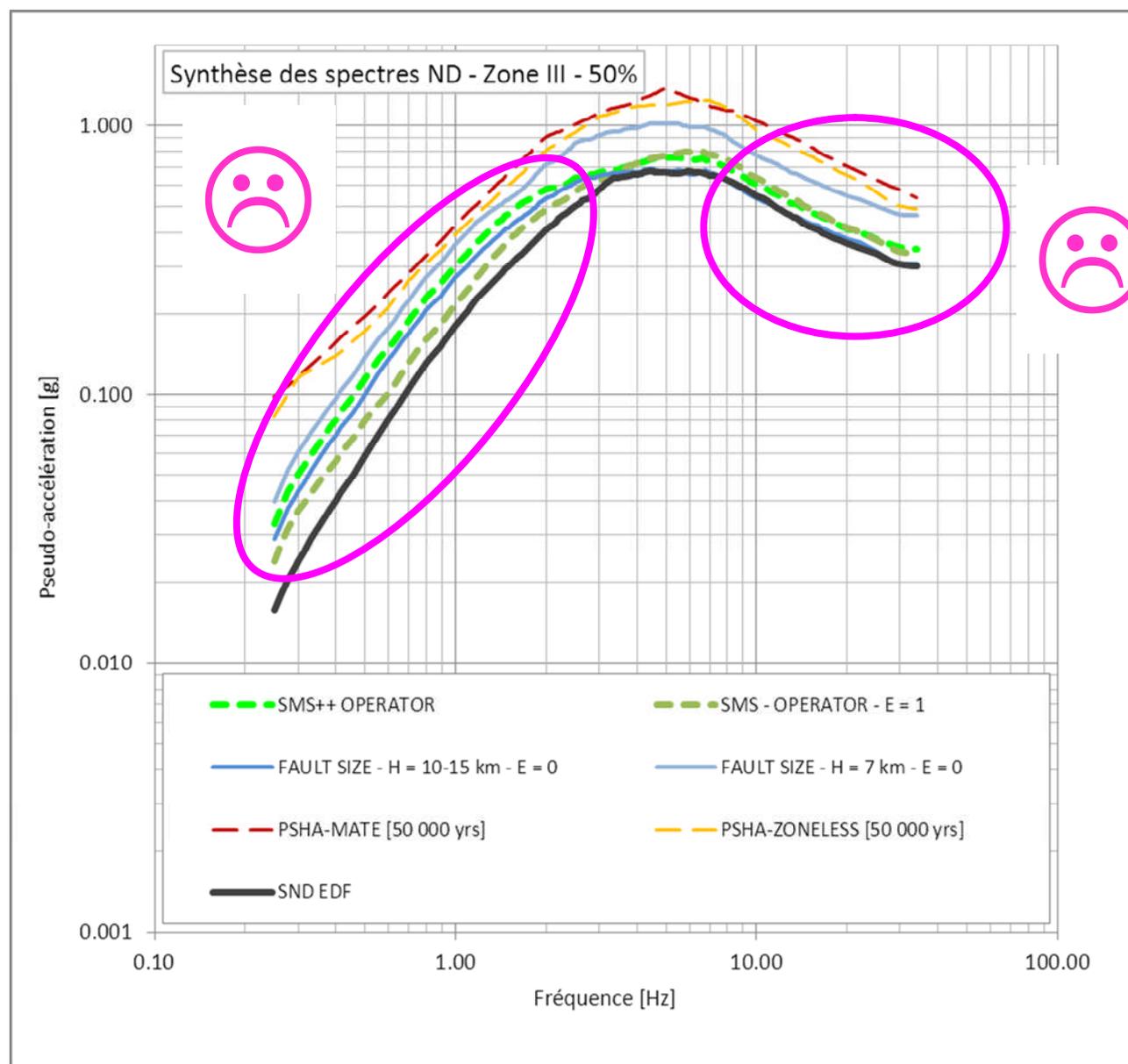
# Analyse de la proposition EDF vis-à-vis de scénarios « extrêmes » - Zone I



# Analyse de la proposition EDF vis-à-vis de scénarios « extrêmes » - Zone II



# Analyse de la proposition EDF vis-à-vis de scénarios « extrêmes » - Zone III



# Analyse de la proposition EDF vis-à-vis de scénarios « extrêmes » - PGA



## Examen détaillé

-  PGA SND - EDF
-  PGA médian par zone de sismicité - IRSN

## Comparaison des SND avec spectre 50% par zone de sismicité

SITE	Zone	PGA	1-10 Hz	10-34 Hz
Gravelines	II	0.3	1.01	0.83
Dampierre	I	0.2	1.20	0.86
Paluel	I	0.2	1.07	0.89
Penly	I	0.2	1.71	0.96
Cattenom	I	0.2	1.67	0.97
Chinon	II	0.3	1.61	0.97
Cruas	III	0.4	1.59	0.97
Civaux	II	0.3	1.58	0.97
Belleville	I	0.2	1.52	1.07
Golfech	I	0.2	1.38	1.10
Tricastin	III	0.4	1.33	1.11
Flamanville	II	0.3	1.85	1.18
Nogent	I	0.2	1.42	1.37
Saint_Alban	III	0.4	1.90	1.47
Saint_Laurent	I	0.2	1.78	1.49
Bugey	III	0.4	1.64	1.52
Fessenheim	III	0.4	1.47	1.59
Le_Blayais	II	0.3	1.70	1.79
Chooz	II	0.3	2.61	2.12

Les données, les connaissances sur les phénomènes et les méthodes actuelles constituent un support à l'évaluation des spectres ND. Les discussions doivent reprendre rapidement sur le sujet afin d'aboutir à des propositions dans des délais courts.

L'IRSN considère que, au minimum, pour la détermination des niveaux d'aléa sismique à associer au noyau dur :

- Au regard des pratiques internationales en matière d'évaluation de l'aléa sismique, la période de retour visée doit être significativement supérieure à 10 000 ans ;
- Les incertitudes associées aux données et aux méthodes retenues dans les référentiels actuels doivent être considérées (y compris les effets de site particuliers) ;
- Les scénarios « extrêmes » susceptibles d'être générés par les failles potentiellement actives situées dans l'environnement proche des sites (< 50 km) doivent être évalués.

« Pour EDF, les hypothèses alternatives présentées par l'IRSN dans le paragraphe 4.1.1.2.2 du rapport provisoire souffrent d'insuffisances et relèvent d'un débat d'experts qui n'est pas compatible avec les échéances de définition des exigences applicables au noyau dur. **Pour autant, EDF est prêt à confronter rapidement avec l'IRSN les données scientifiques et techniques nouvelles qui lui permettent de conforter les niveaux de SND retenus. »**

Afin de déterminer le spectre de réponse sismique à retenir pour le dimensionnement des équipements neufs et la vérification des équipements existants du noyau dur (SND), le groupe permanent recommande qu'EDF définisse, tout d'abord, des objectifs en termes de périodes de retour visées, de prise en compte des éventuelles amplifications locales dues aux effets de site, de variabilité du mouvement sismique, de séismes potentiels associés aux failles connues.

Sur la base de ces objectifs, EDF devra réviser les niveaux d'accélération à fréquence infinie (PGA) des SND des sites qui le nécessitent, et faire également évoluer la forme des spectres de réponse aux basses fréquences pour l'ensemble des sites.

« Pour le séisme, EDF a, comme suggéré par le GPR dans son avis du 10 novembre 2011 repris par une prescription de l'ASN, proposé de retenir, pour dimensionner les équipements et structures neufs et vérifier les équipements et structures existants, des niveaux forfaitaires. Toutefois, le groupe permanent considère que les aléas retenus pour le noyau dur devraient être justifiés et aller significativement au-delà de ce qui est retenu dans le référentiel des agressions de dimensionnement. La proposition d'EDF doit donc être revue.

Recommandation n°5

« Le groupe permanent recommande qu'EDF justifie, et révise si nécessaire, les niveaux d'accélération à fréquence infinie (PGA) des SND des sites et la forme des spectres de réponse aux basses fréquences. »