

# Séisme

## Le réseau de surveillance IRSN de la faille de la Moyenne Durance

L'IRSN a mis en place dès 1992 une instrumentation, unique en France, sur une faille active à sismicité modérée. L'objectif principal est l'étude de l'activité sismique de cette faille unique en France, comportant à la fois des preuves géologiques, historiques et instrumentales d'activité sismique. L'instrumentation comporte des stations sismologiques (mesure des secousses sismiques) depuis 1992 et des stations et sites géodésiques (mesure de la position exacte et de son évolution dans le temps) depuis 1999.

### Instrumentation géodésique

Objectif

Évaluer le taux de déplacement de part et d'autres de la faille de la Moyenne Durance.



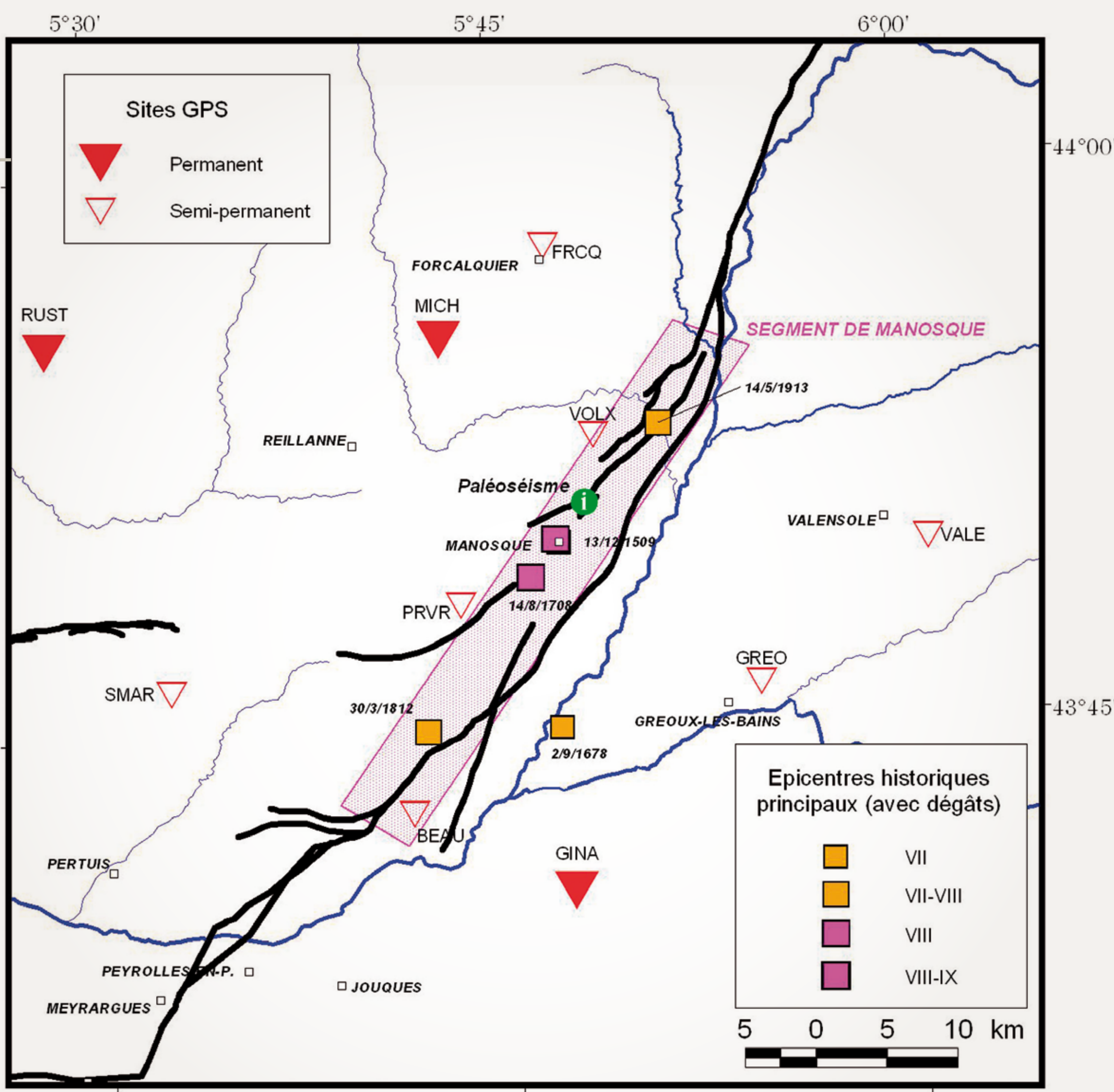
© IRSN

Exemple d'un site permanent. L'antenne GPS repose sur un mât maçonné. L'enregistreur est placé dans un boîtier sécurisé.



© IRSN

Exemple d'un site semi-permanent en phase de mesure, à Volx. On reconnaît l'antenne GPS au sommet du mât en acier inoxydable.



Position des stations GPS du réseau de la Moyenne Durance.

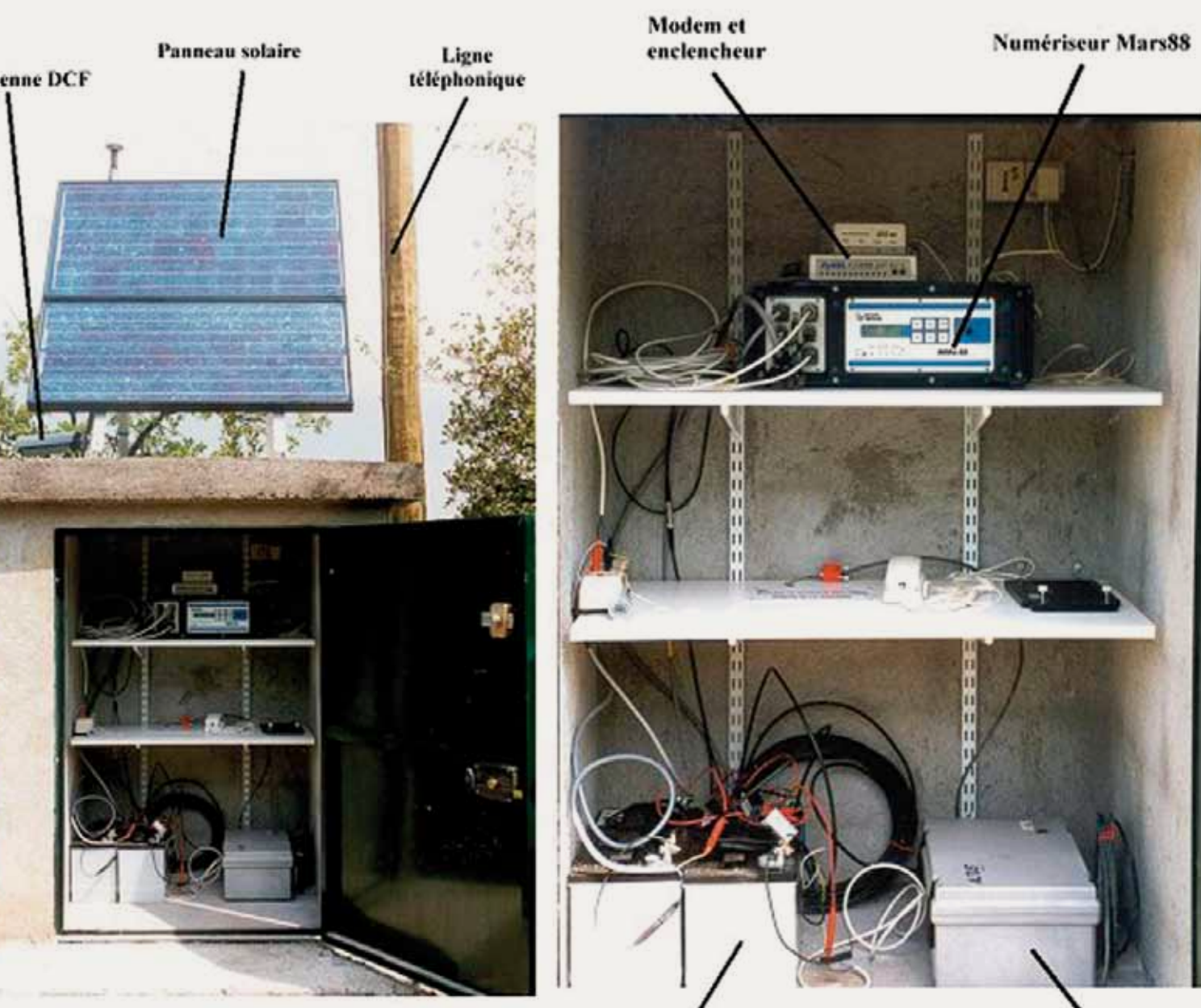
### Résultats obtenus

L'analyse des données montre en particulier que les deux points GINA (Ginnasservis-Cadarache) et MICH (Saint-Michel l'Observatoire) se rapprochent à une vitesse maximum de l'ordre de 0,1 mm/an. Des valeurs plus précises seront obtenues après une période d'observation de plusieurs décennies et traduiront les mouvements lents de la faille de la Moyenne Durance.

### Instrumentation sismologique

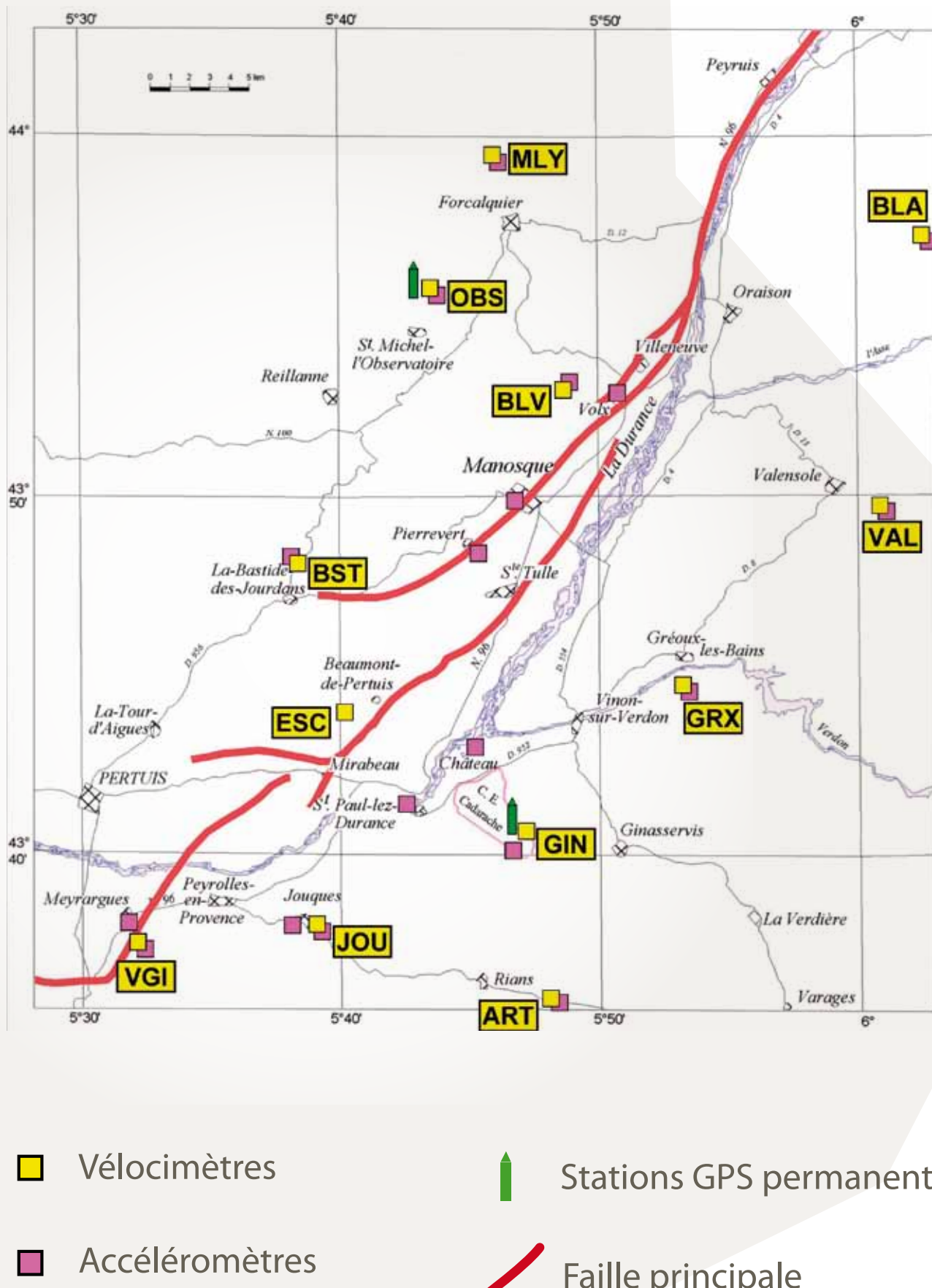
Objectif

Étude de la répartition spatiale et temporelle de la sismicité.



© IRSN

Réseau sismique de la moyenne Durance

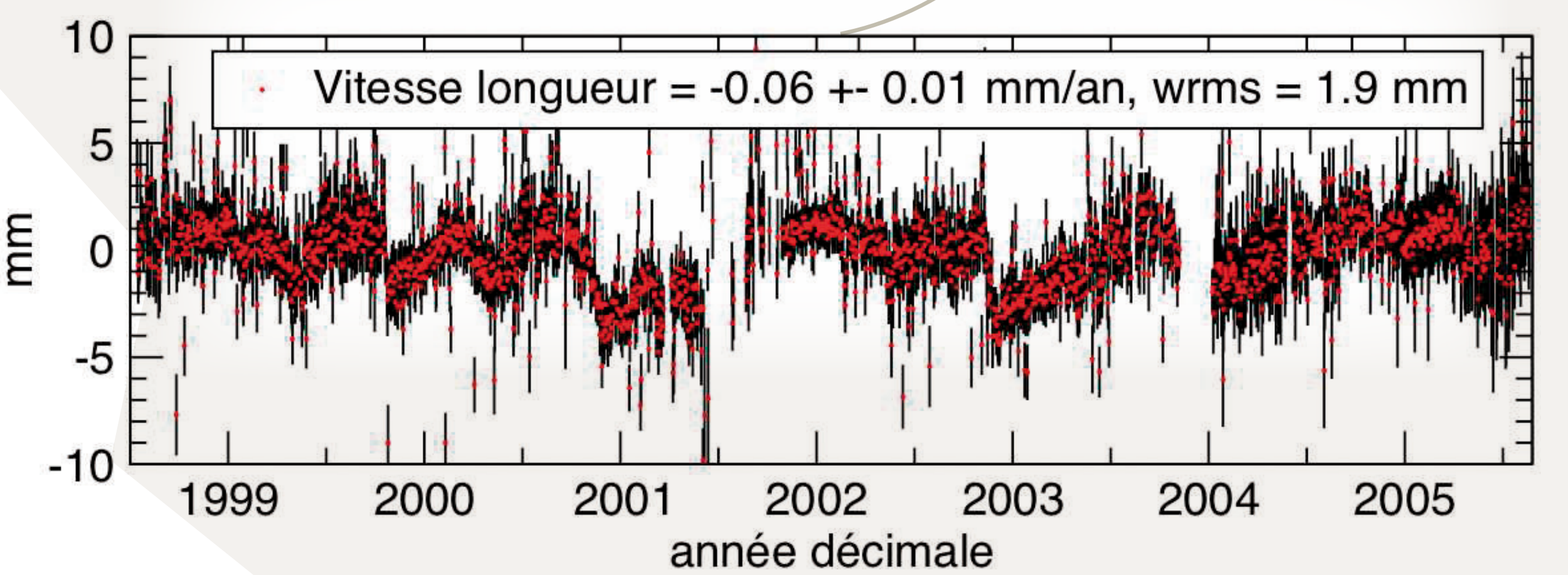


Station sismologique

### Conclusions

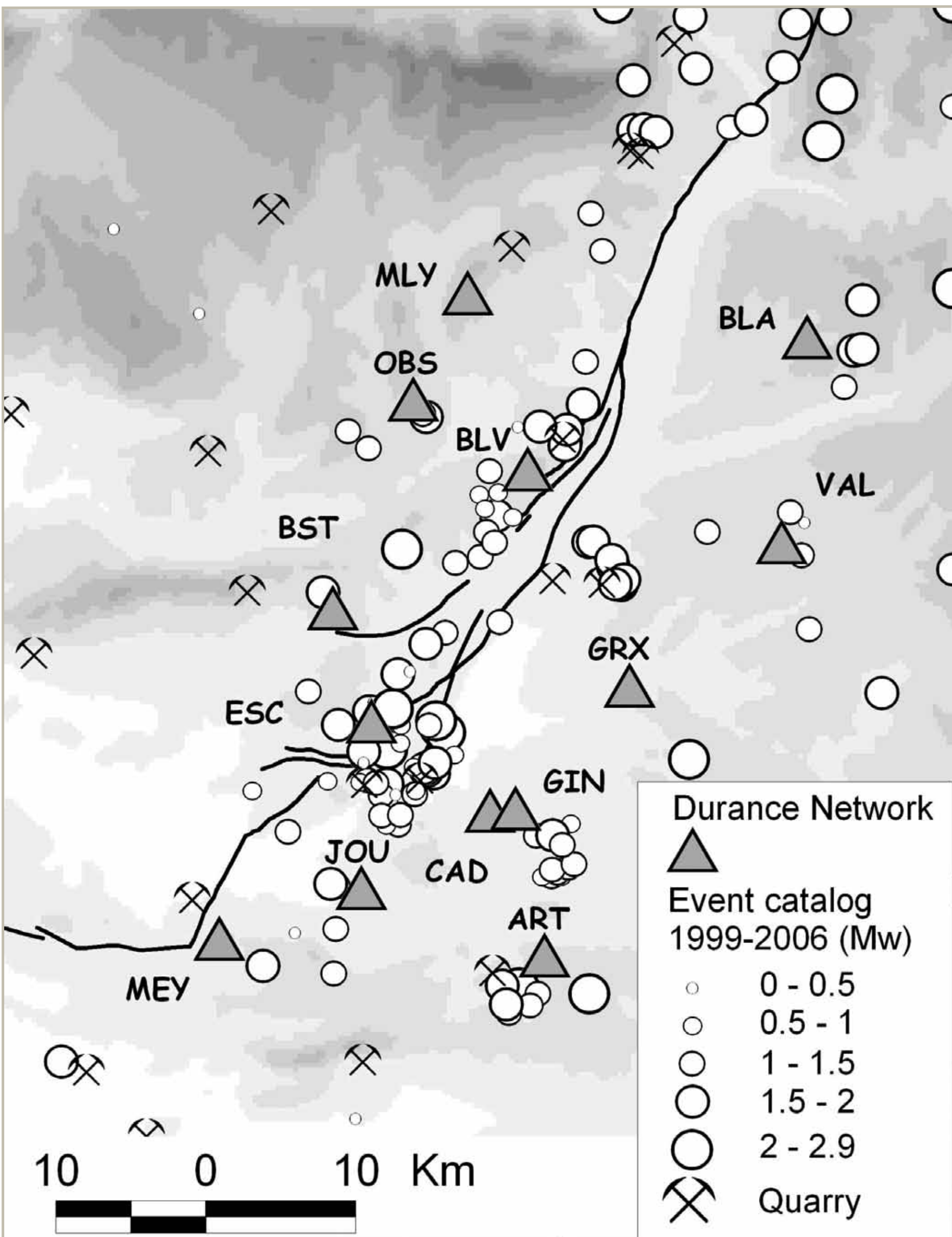
L'interprétation de l'ensemble des données géodésique et sismologique recueillies a permis de mettre en évidence les caractéristiques suivantes :

- La microsismicité est concentrée dans la couverture sédimentaire à des profondeurs inférieures à 3 km.
- La faille fonctionne principalement en décrochement senestre. (le côté ouest de la faille se déplace vers le sud et le côté est de la faille se déplace vers le nord).
- En association avec les études sismiques, les études géologiques montrent que la faille de la Moyenne Durance est en fait constituée de plusieurs segments de dimensions réduites, limitant la magnitude des séismes potentiels autour de 6,5.



### Résultats obtenus

L'IRSN a déployé un réseau de stations sismologiques pour l'étude spatiale et temporelle des séismes. Ces 15 années d'études ont permis d'enregistrer 59 séismes de faible magnitude (inférieur à 3) qui ont pu être localisés et étudiés avec précision. Certains segments de la faille de la Moyenne Durance apparaissent clairement actifs sur la période d'observation.





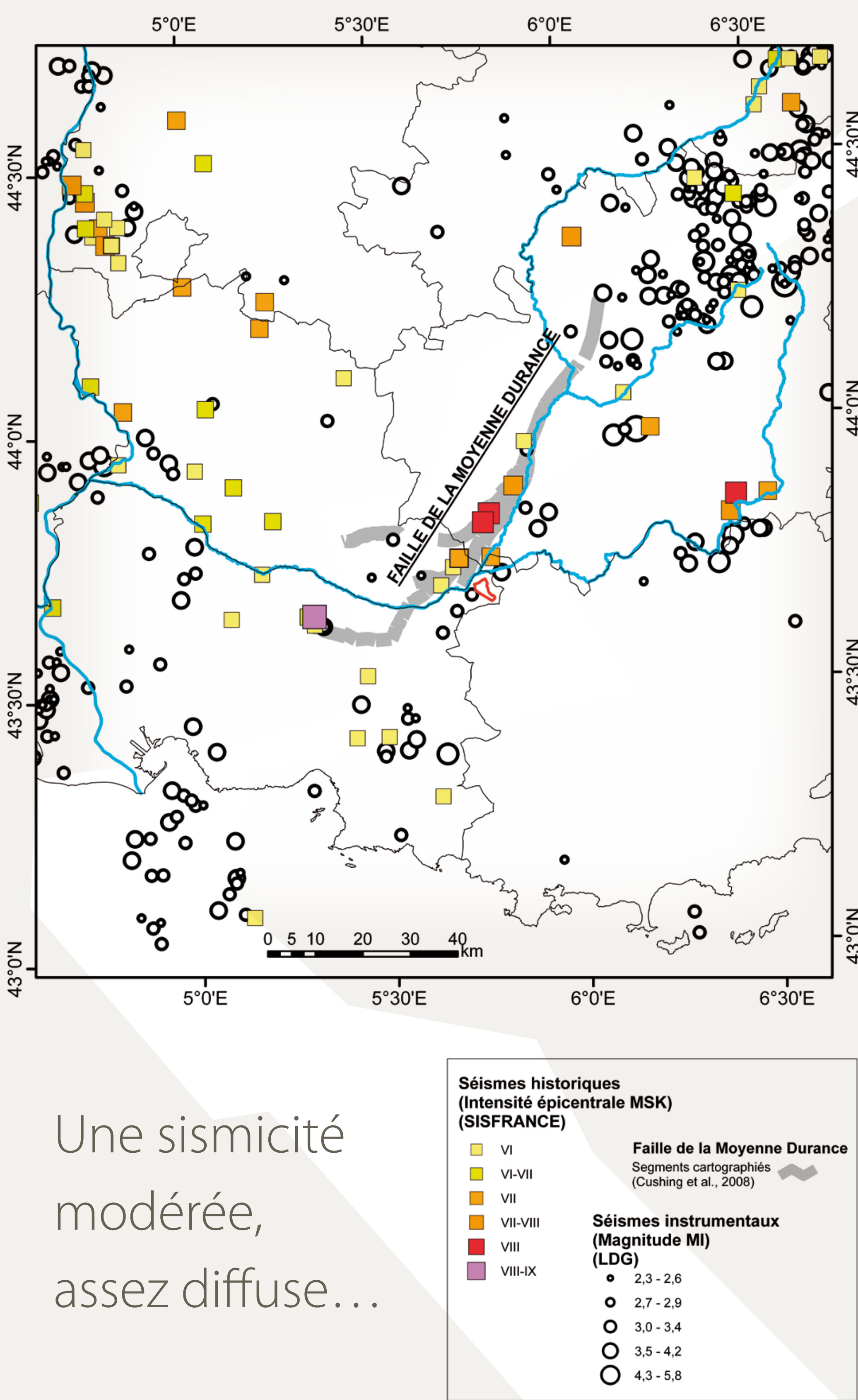
# Séisme

## Failles et séismes

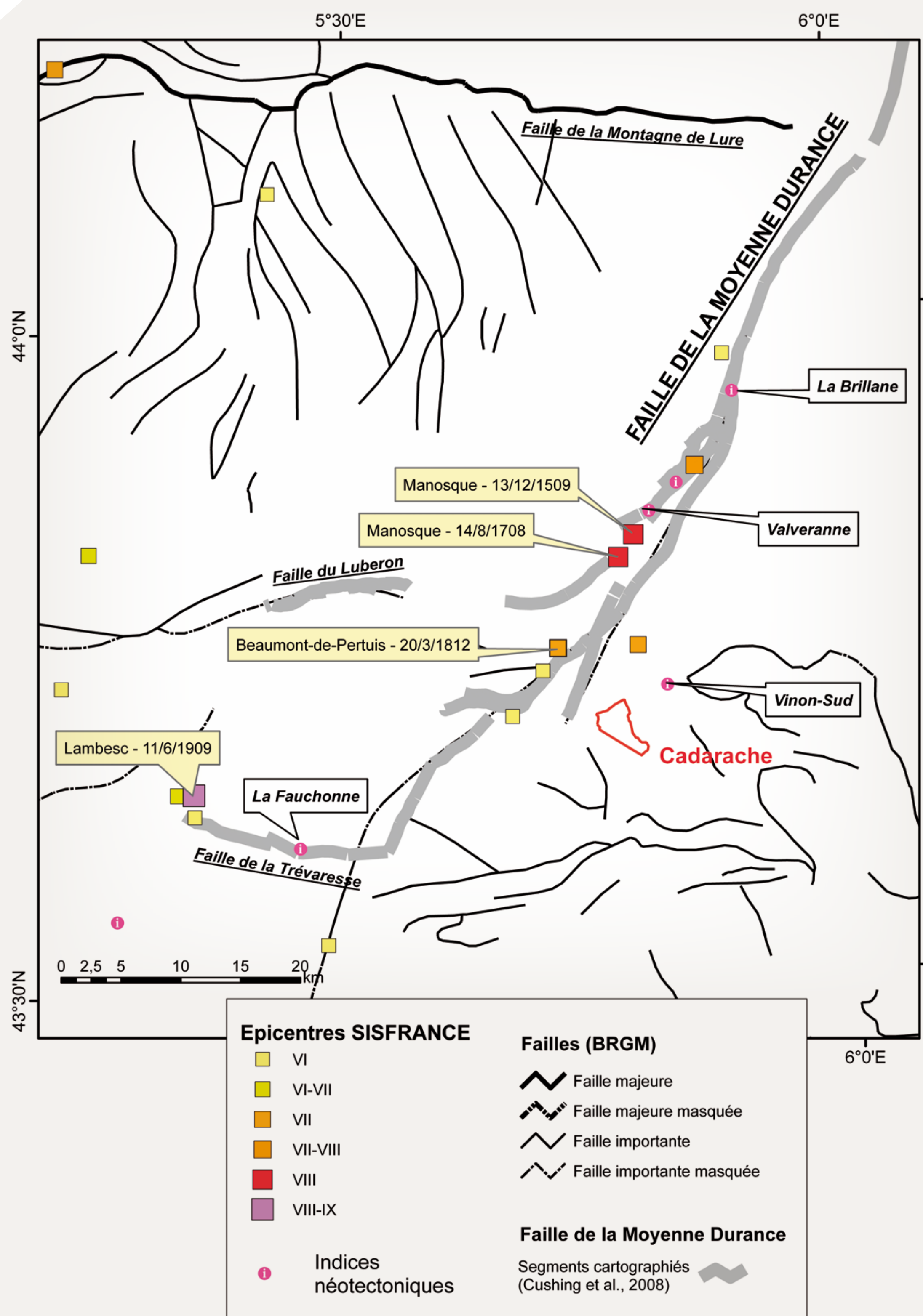
### autour de Cadarache

L'aléa: définir les séismes maximaux à prendre en compte pour le dimensionnement des installations nucléaires.

#### 1 000 ans de séismes en Provence



#### Principales failles susceptibles de produire des séismes en Provence



#### Comment détermine-t-on l'aléa ? Quel est-il à Cadarache ?

La démarche préconisée par la Réglementation française.

Pour le centre de Cadarache, les caractéristiques des séismes retenues pour l'évaluation de l'aléa sismique sont les suivantes :

La Réglementation en vigueur (RFS 2001-01) pour les installations nucléaires considère que les séismes passés les plus forts sont susceptibles de se reproduire à tout moment, sur les mêmes failles que celles qui les ont déjà générées.

Deux précautions supplémentaires sont prises :

- les épicentres des séismes sont déplacés fictivement au plus proche du site, le long des failles qui ont créé les séismes en question,
- la magnitude des séismes est majorée de 0,5 pour pallier à un éventuel manque de connaissance de ces événements et des sources qui les ont générées.

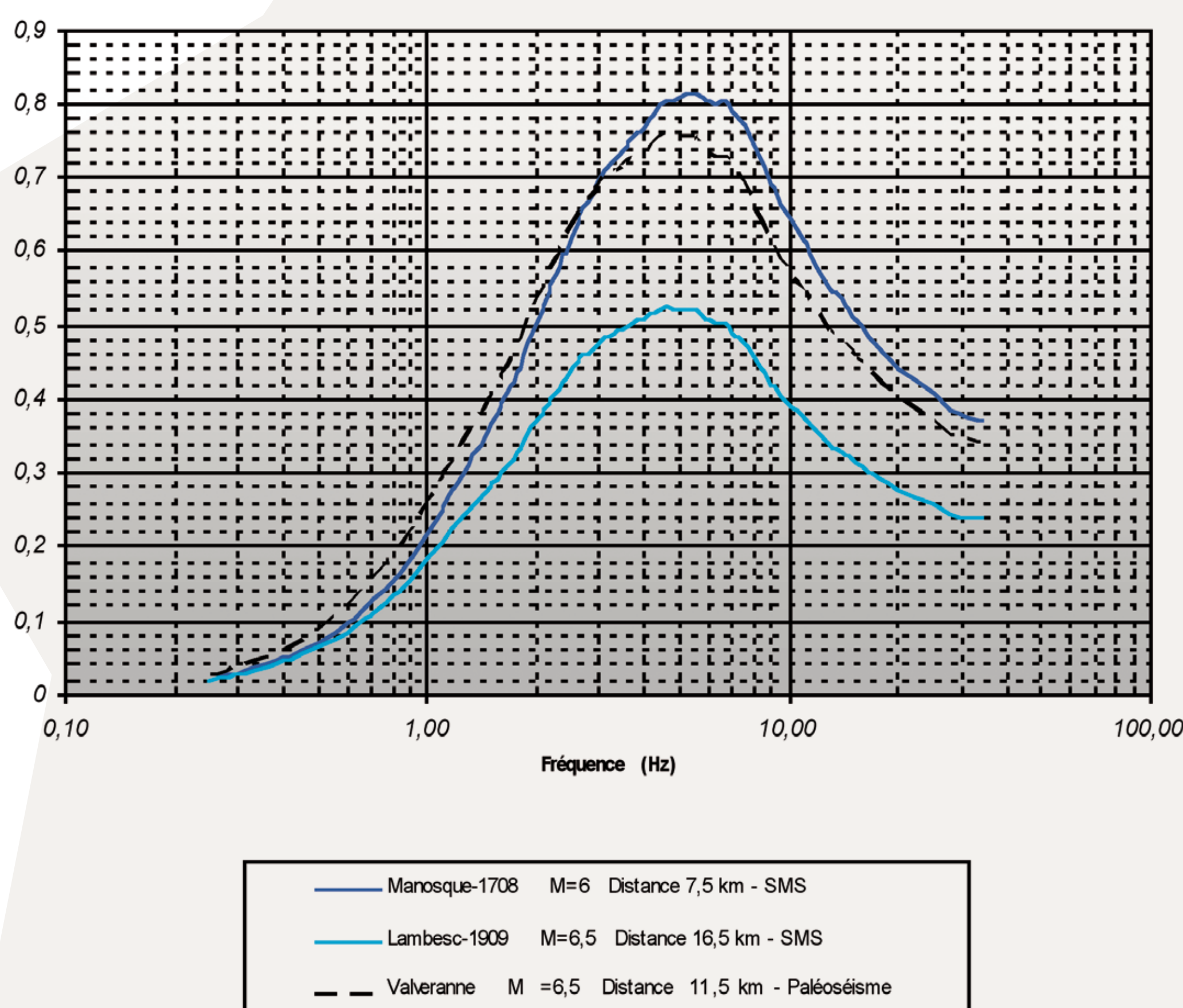
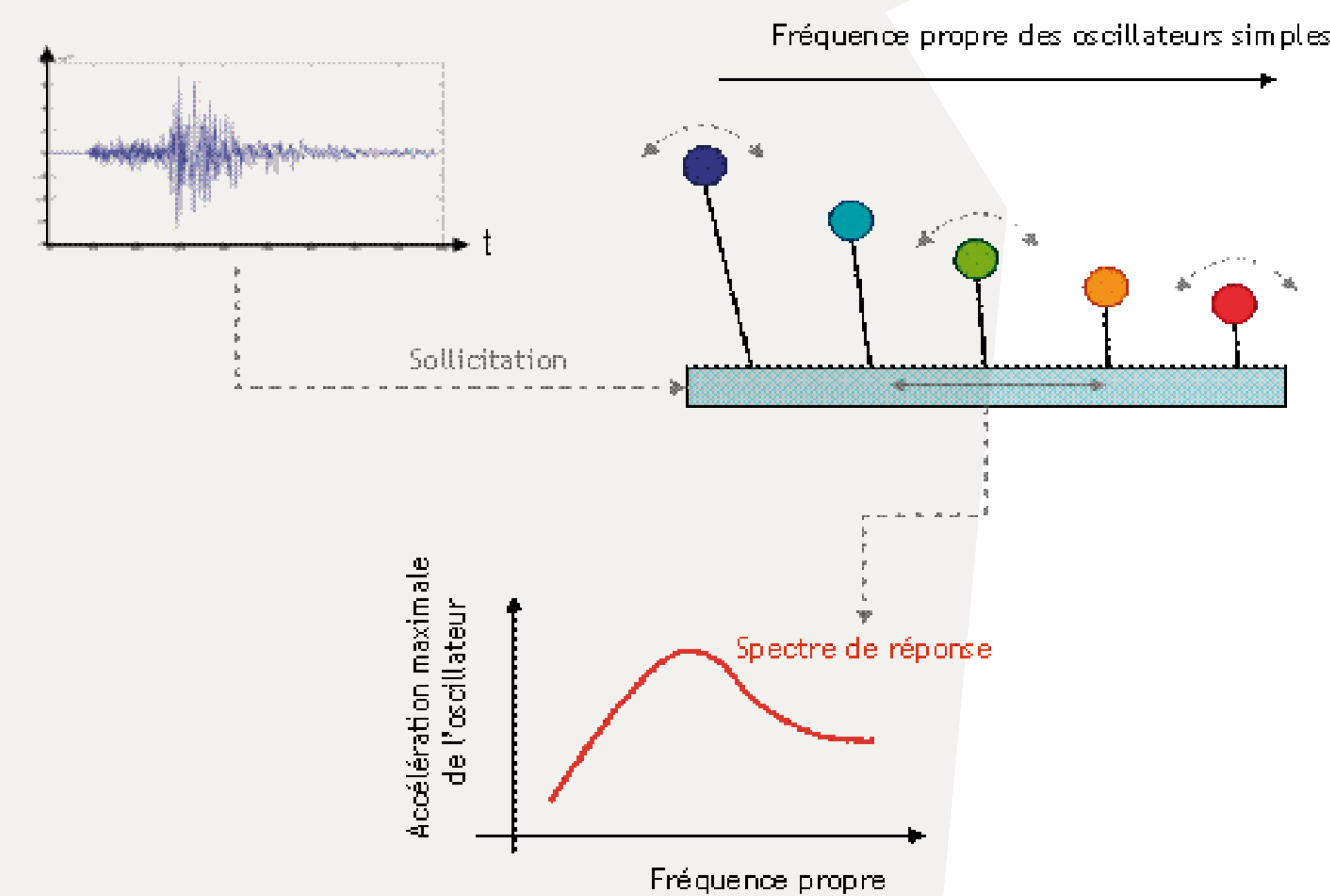
Evènement	Évaluation IRSN 2001		
	Magnitude non majorée (M)	Profondeur (km)	Distance au site de Cadarache (km)
Séisme de Manosque (1708)	5,5	5	7,5
Séisme de Lambesc (1909)	6	8	16,5
Séisme préhistorique de Valveranne	6,5	10	11,5

#### L'aléa sismique pour les installations nucléaires est défini par un spectre de réponse.

Qu'est ce qu'un spectre de réponse ?

Spectre de réponse obtenu pour la définition de l'aléa sismique à Cadarache

Pour chacun des séismes identifiés, des spectres de réponse sont calculés. Ces spectres de réponse permettent de calculer les forces qui seront appliquées sur les bâtiments lors d'un séisme. Ce sont donc les données de base pour les ingénieurs qui dimensionnent les installations nucléaires.



Ces spectres de réponse sont définis pour des bâtiments bâtis sur des rochers. Dans le cas où les bâtiments sont construits sur des sols meubles des études seront menées pour prendre en compte la diversité des conditions géologiques sur le site de Cadarache.



# Séisme

## L'évaluation du comportement sismique des ouvrages nucléaires : une démarche cohérente et réglementée

### Les installations nucléaires doivent être dimensionnées pour résister aux séismes.

Les autorisations de création et d'exploitation font l'objet d'un dossier technique présenté par les exploitants nucléaires.

Ce dossier est examiné par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN). Le Guide ASN 2/01 précise la démarche de conception des ouvrages nucléaires pour les protéger du risque sismique.

Les « réexamens de sûreté » des ouvrages effectués tous les 10 ans peuvent conduire à renforcer des bâtiments.

#### INSTALLATIONS CLASSÉES (ICPE)

##### Mouvements sismiques

RFS 2001-01  
Règle Fondamentale de Sûreté

#### INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

##### Génie civil

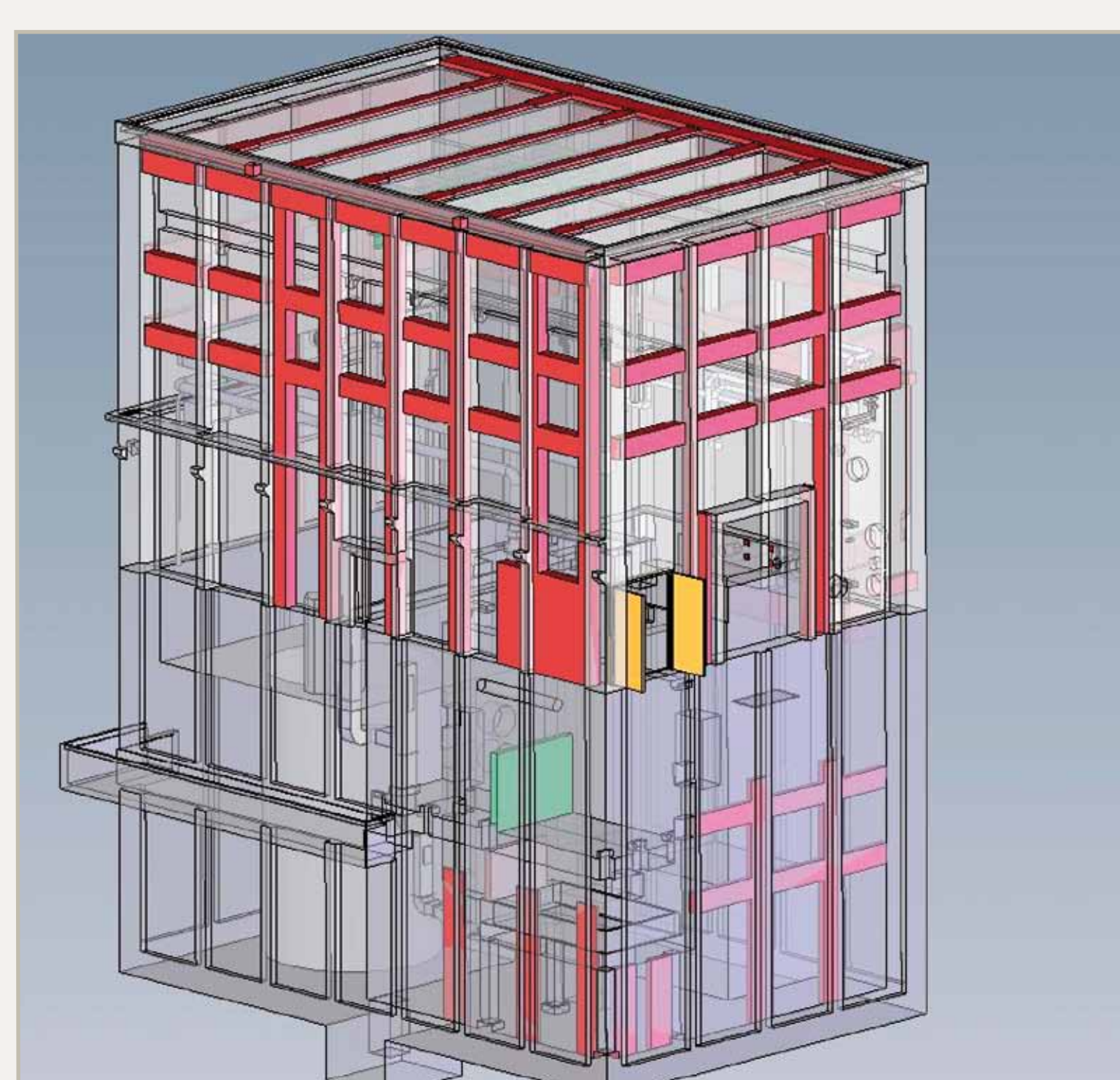
Guide ASN 2/01  
Règles de Conception et de Construction

Le Guide ASN 2/01 définit des **principes de conception parasismique** et des **méthodes de calcul** acceptables pour l'étude du **comportement sismique** des bâtiments et certaines catégories d'ouvrages (digues, galeries enterrées, soutènements, réservoirs...)

### Les renforcements sismiques du réacteur CABRI (CEA-Cadarache)

1

Le comportement du bâtiment sous l'action du séisme est simulé par ordinateur à l'aide d'un modèle tridimensionnel représentant la structure.

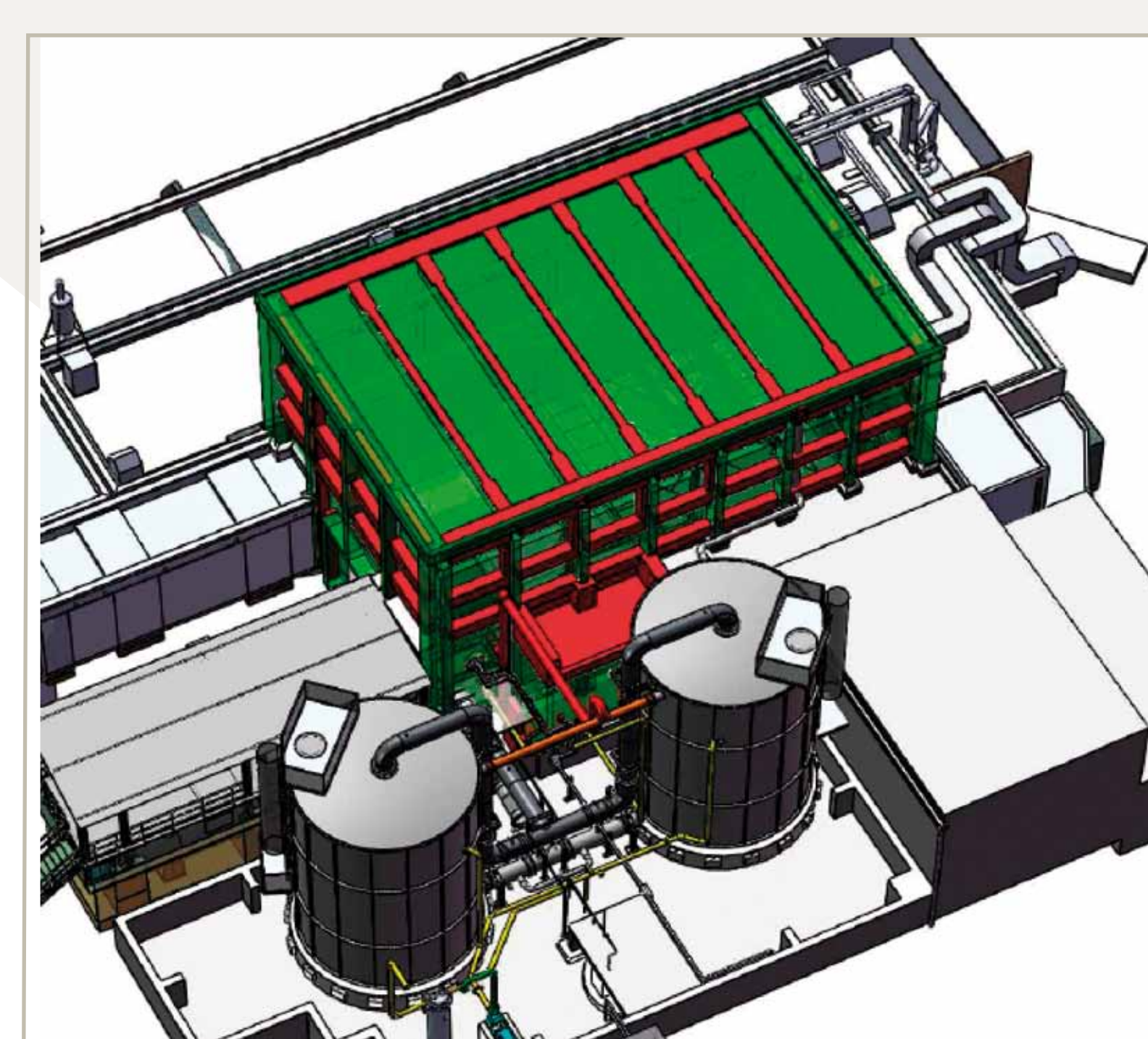


Ecorché des renforcements sismiques du bâtiment réacteur.

© CEA

2

Les résultats des calculs sont analysés par des ingénieurs en génie civil spécialistes en génie parasismique qui identifient les déficits éventuels de la capacité résistante des structures.

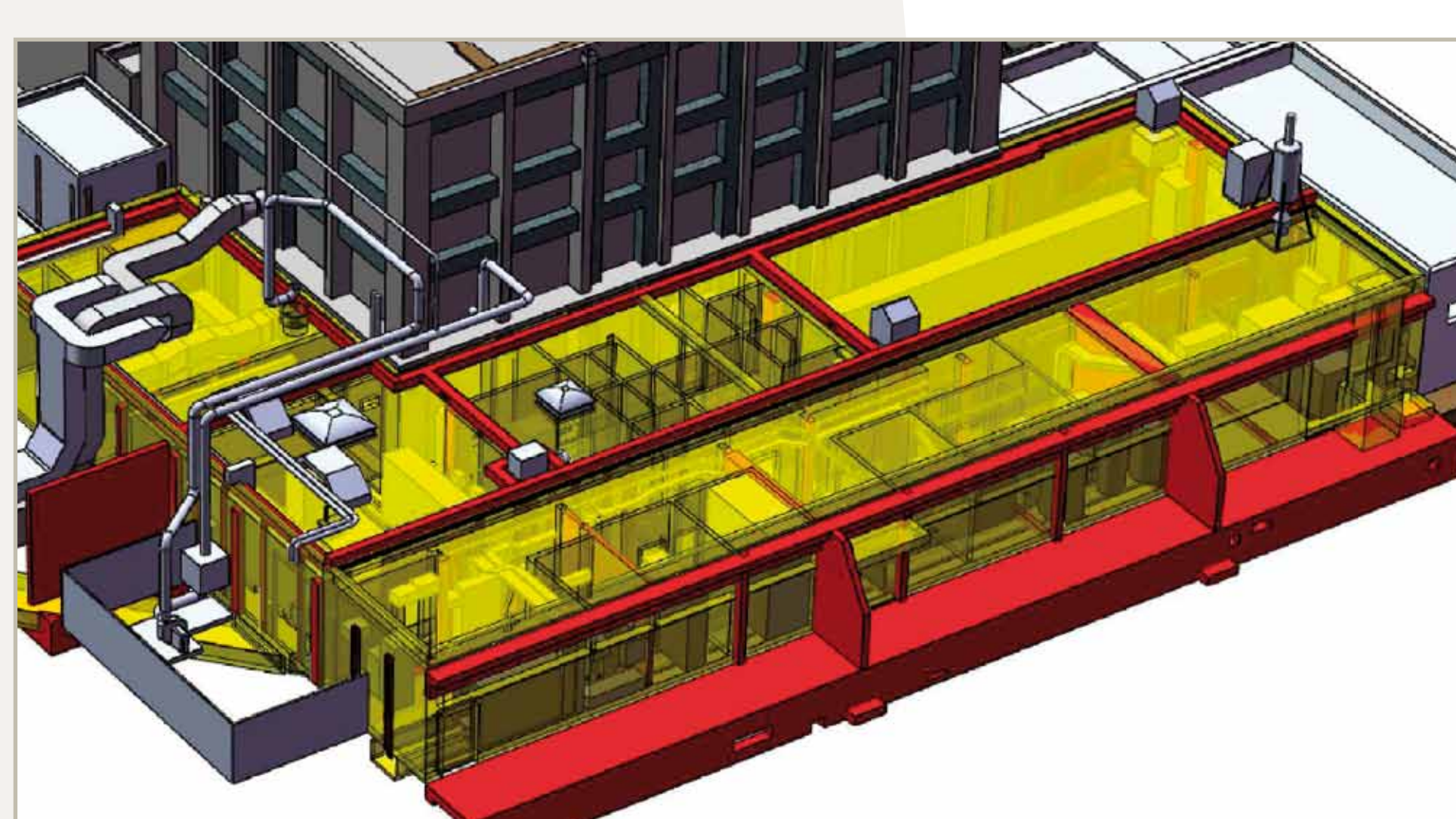


Vue du bâtiment réacteur après renforcement.

© CEA

3

Les solutions de renforcement, acceptées par l'ASN après analyse des experts de l'IRSN, sont mises en œuvre par l'exploitant.



Vue des bâtiments annexes après renforcement.

© CEA

4

Les travaux (en cours en 2009) consistent à renforcer des **voiles**, des **poteaux**, des poutres et à ceinturer la superstructure du bâtiment réacteur par des tirants en béton armé.



© CEA



© CEA