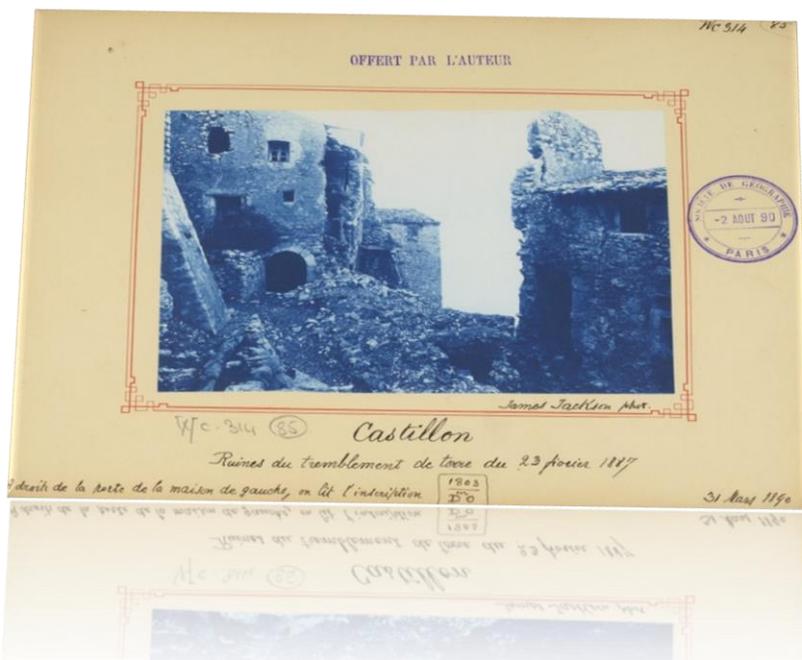


**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

# Implémentation et exploitation de la base de données SISFRANCE Quel retour d'expérience ?



Hervé Jomard

PSE-ENV/SCAN/BERSSIN  
17/12/2020

© IRSN

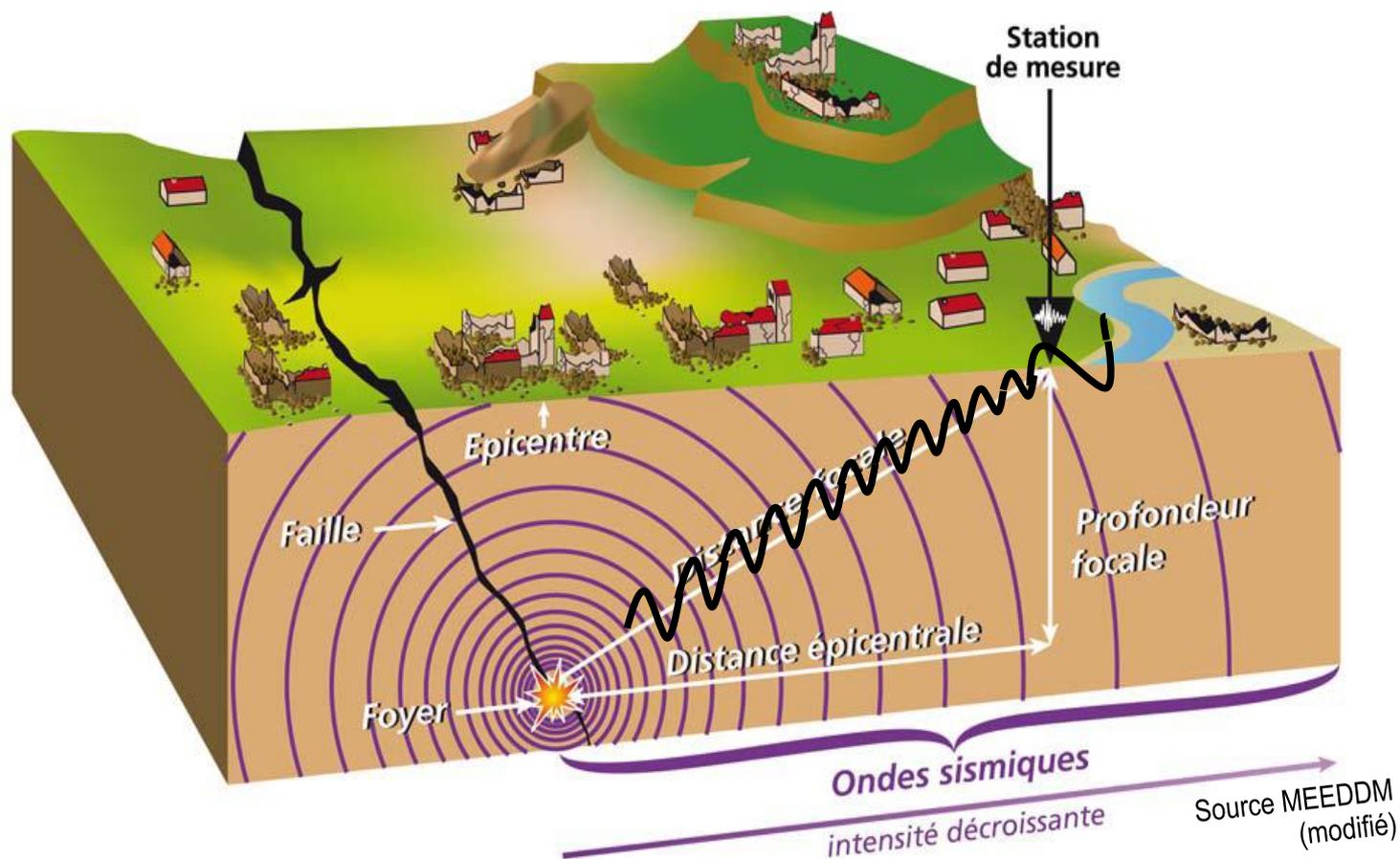
# Plan de la présentation

- Qu'est-ce qu'un séisme?
- Origine et contenu de la base
- Aspects quantitatifs et retour d'expérience
- Conclusion

Qu'est-ce qu'un séisme ?

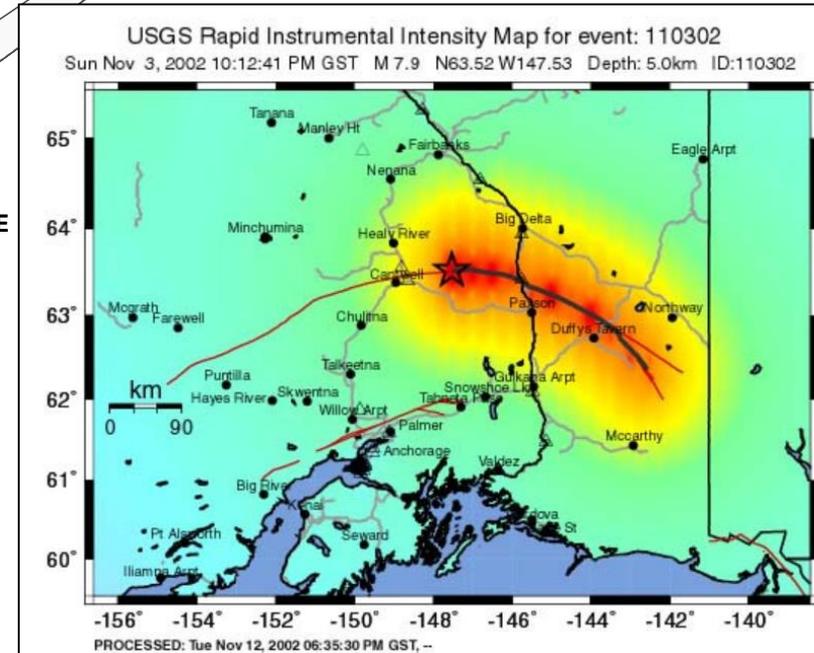
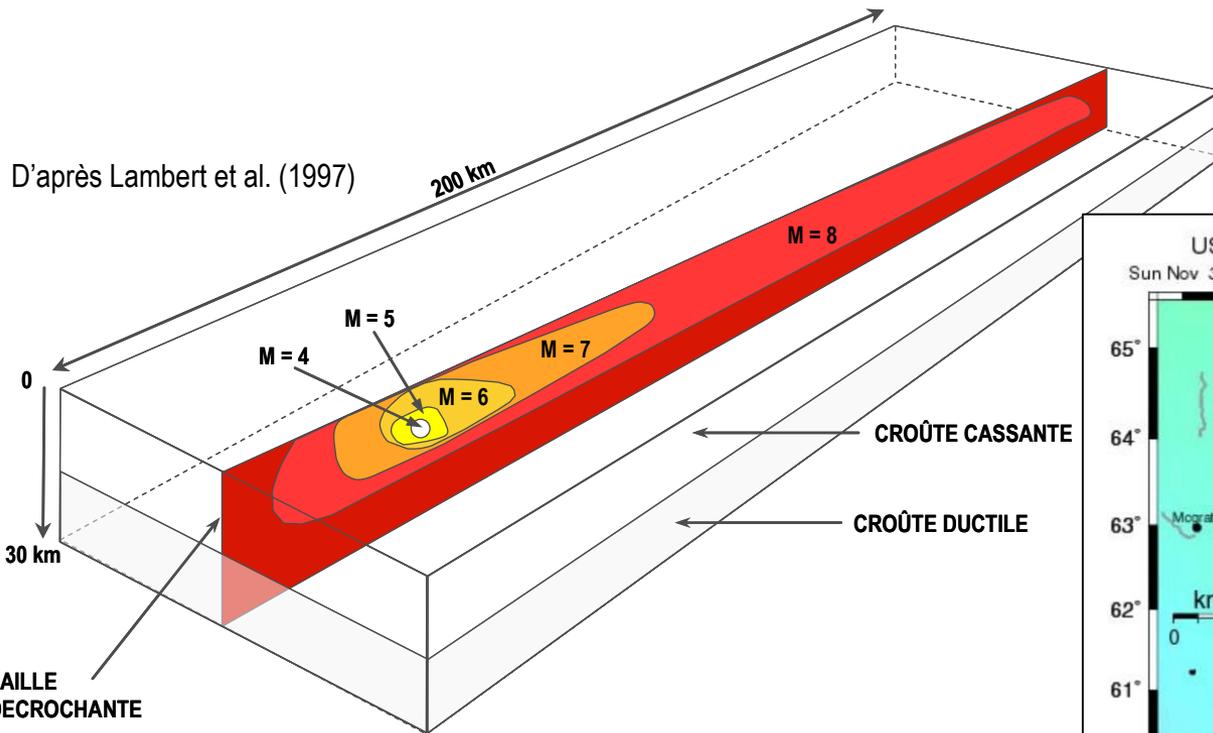
# Qu'est-ce qu'un séisme (1/5)

Un séisme résulte du glissement brutal de deux blocs de l'écorce terrestre séparés par une faille, libérant en un instant les déformations accumulées sur une longue période de temps.



# Qu'est-ce qu'un séisme (2/5)

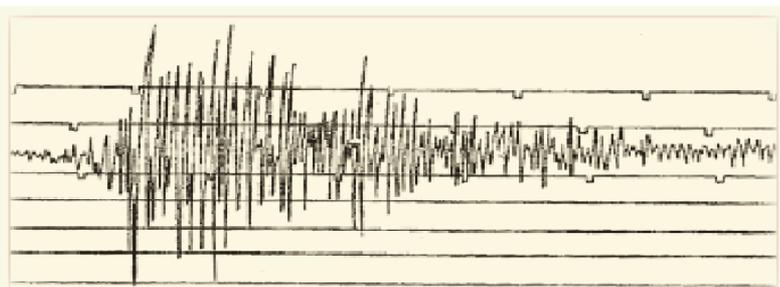
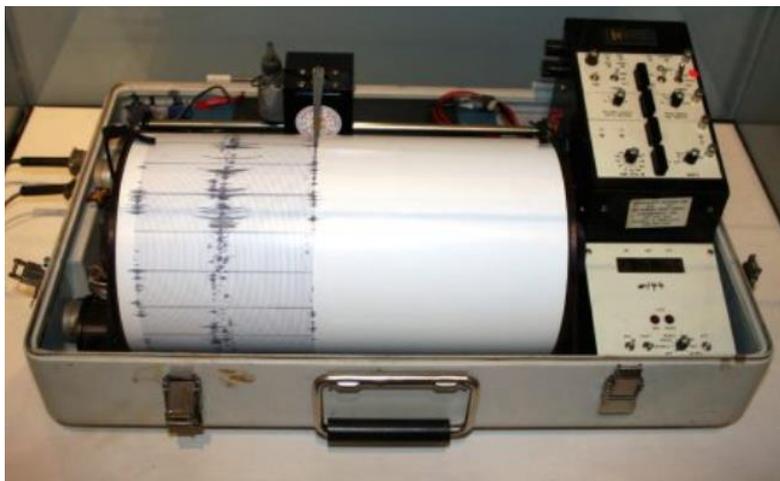
L'énergie libérée par un séisme augmente avec la surface de la faille activée.....



....et s'atténue avec la distance à sa source (source USGS)

# Qu'est-ce qu'un séisme (3/5)

Comment mesure-t-on la force d'un séisme ?



Sismogramme du séisme d'après l'observatoire du parc-Saint-Maur (Paris).

Enregistrements



**Magnitude Instrumentale**



Effets sur le bâti et les personnes



**Intensité Macrosismique**

## Echelle MSK64 simplifiée

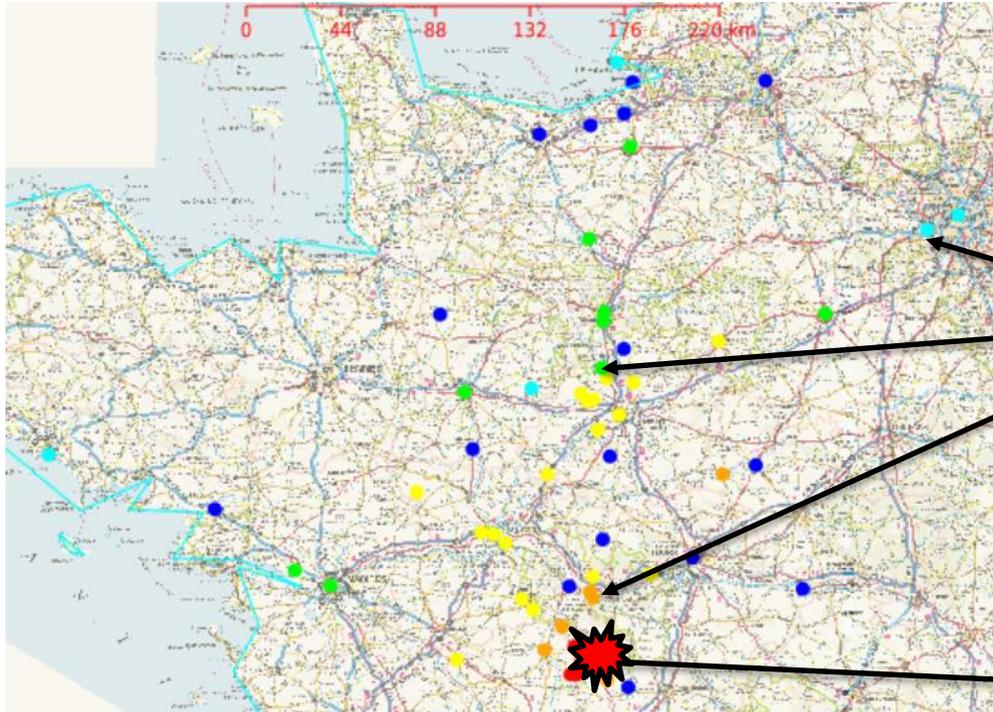
A pour but de quantifier l'impact des séismes sur les personnes et les bâtiments

<b>I. Not perceptible</b>	Not felt, registered only by <a href="#">seismographs</a> . No effect on objects. No damage to buildings.
<b>II. Hardly perceptible</b>	Felt only by individuals at rest. No effect on objects. No damage to buildings.
<b>III. Weak</b>	Felt indoors by a few. Hanging objects swing slightly. No damage to buildings.
<b>IV. Largely observed</b>	Felt indoors by many and felt outdoors only by very few. A few people are awakened. Moderate vibration. Observers feel a slight trembling or swaying of the building, room, bed, chair etc. China, glasses, windows and doors rattle. Hanging objects swing. Light furniture shakes visibly in a few cases. No damage to buildings.
<b>V. Fairly strong</b>	Felt indoors by most, outdoors by few. A few people are frightened and run outdoors. Many sleeping people awake. Observers feel a strong shaking or rocking of the whole building, room or furniture. Hanging objects swing considerably. China and glasses clatter together. Doors and windows swing open or shut. In a few cases window panes break. Liquids oscillate and may spill from fully filled containers. Animals indoors may become uneasy. Slight damage to a few poorly constructed buildings.
<b>VI. Strong</b>	Felt by most indoors and by many outdoors. A few persons lose their balance. Many people are frightened and run outdoors. Small objects may fall and furniture may be shifted. Dishes and glassware may break. Farm animals may be frightened. Visible damage to masonry structures, cracks in plaster. Isolated cracks on the ground.
<b>VII. Very strong</b>	Most people are frightened and try to run outdoors. Furniture is shifted and may be overturned. Objects fall from shelves. Water splashes from containers. Serious damage to older buildings, masonry chimneys collapse. Small landslides.
<b>VIII. Damaging</b>	Many people find it difficult to stand, even outdoors. Furniture may be overturned. Waves may be seen on very soft ground. Older structures partially collapse or sustain considerable damage. Large cracks and fissures opening up, rockfalls.
<b>IX. Destructive</b>	General panic. People may be forcibly thrown to the ground. Waves are seen on soft ground. Substandard structures collapse. Substantial damage to well-constructed structures. Underground pipelines ruptured. Ground fracturing, widespread landslides.
<b>X. Devastating</b>	Masonry buildings destroyed, infrastructure crippled. Massive landslides. Water bodies may be overtopped, causing flooding of the surrounding areas and formation of new water bodies.
<b>XI. Catastrophic</b>	Most buildings and structures collapse. Widespread ground disturbances, tsunamis.
<b>XII. Very catastrophic</b>	All surface and underground structures completely destroyed. Landscape generally changed, rivers change paths, tsunamis.

D  
o  
m  
m  
a  
g  
e  
s

# Qu'est-ce qu'un séisme (5/5)

Retranscription dans Sisfrance ([www.sisfrance.net](http://www.sisfrance.net)) extrait pour le séisme de Loudun (1711)



Observations ponctuelles (MDP)  
I (MSK64)  
x,y  
Incertitudes

Epicentre  
Io (MSK64)  
x, y  
Incertitudes

**IDENTITÉ** : 860004

**Date du séisme** : 6 Octobre 1711

**Heure du séisme** : 19 h

**Nature du choc** : ok

**Région épiscopentrale** : LOUDUNOIS (LOUDUN) - POITOU

**Coordonnées géographiques (degrés, minutes sexagésimales)** :

**Longitude** : 0° 03' E, **Latitude** : 46° 56' N

**Indice de fiabilité** : Localisation assez sûre (B)

**Intensité à l'épicentre** (d'après l'échelle macrosismique MSK 1964) :

**Intensité** : 7,5

**Indice de fiabilité** : Assez sûr (B)

# Origine et contenu de Sisfrance ([www.sisfrance.net](http://www.sisfrance.net))

**Le développement du programme nucléaire français dans les années 1970 a nécessité une meilleure connaissance de la sismicité en France et de l'aléa qui y est associé**

A cette époque:

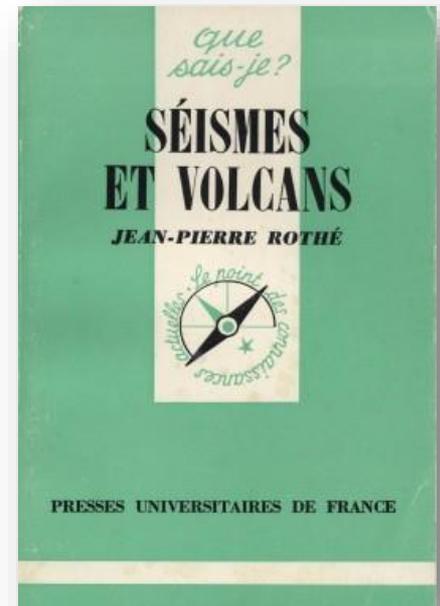
■ La connaissance relative à la sismicité historique était contenue dans le catalogue de Rothé (1977) compilé géographiquement (épicentres) and chronologiquement pour le territoire,

--> Compilation de catalogues régionaux (Villette, Palassou, etc.), fondés sur les travaux de Perrey menés au XIXème siècle, et sur les enquêtes macrosismiques (BCSF etc...)

■ Les principales limitations étaient:

- Critique historique insuffisante,
- Nombre limité de références et documentations
- Confusion entre vrai et faux séismes (tempêtes, explosions....), en particulier pour les événements médiévaux (75% d'erreur)

• Le BCSF est le Bureau central sismologique français, chargé des enquêtes macrosismiques depuis 1921. Les premières enquêtes systématiques ont été développées suite au séisme de 1909 en Provence.



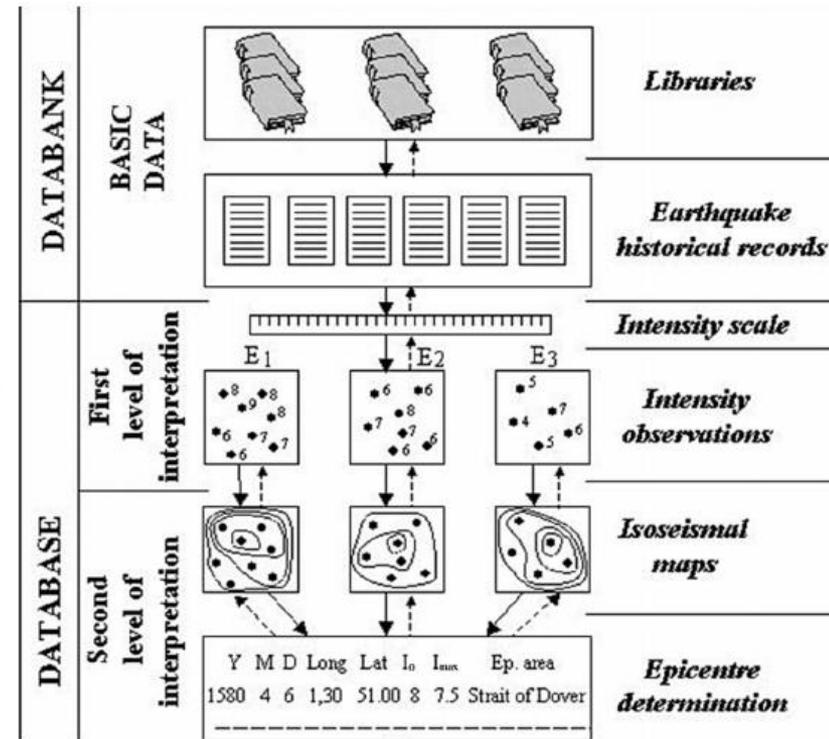
# Origine et contenu de Sisfrance (2/8)

Le projet Sisfrance (SIRENE au départ) est lancé en 1976 par trois partenaires (BRGM-EDF - IRSN) ; comme partie d'un projet plus large visant à construire la 1ere carte sismotectonique de la France (Direction J. Vogt)



Objectifs de SisFrance:

- **Rechercher les sources originales**, référencées dans les catalogue antérieurs (i.e. Rothé),
- **Trouver de nouvelles sources** dans les archives nationales, regionales, paroissiales, etc... En france et à l'étranger,
- **Réaliser une critique des sources et une analyse homogène** des documents en tenant compte du contexte historique et géographique,
- **Evaluer les intensités ponctuelles** (MSK-64 intensity scale).
- **Proposer des paramètres d'épicentres** (localisation,  $I_0$ )



Stucchi, 1993

SISFRANCE

Les documents sont collectés et référencés dans une BD relationnelle informatisée, renseignant les données interprétées, les sources documentaires et les incertitudes associées à chacune

## Origine et contenu de Sisfrance (3/8)

- La structure actuelle de Sisfrance est maintenue par le BRGM depuis 1986 (Godefroy et al., 1990; Godefroy and Levret, 1992). Base oracle puis Access aujourd'hui;
- SisFrance est mise à jour annuellement après validation par les partenaires (GT BRGM, IRSN, EDF) des nouvelles données acquises;
- Jusqu'en 2008, Sisfrance intègre les données collectées par le BCSF.

# Origine et contenu de Sisfrance (4/8)

En 2017, Sisfrance contient :

- 11457 documents référencés, permettant d'établir 108700 point d'intensité (MDP);  
3761 d'entre eux avec  $I \geq VI$  (dommages aux bâtiments);

## La Terre tremble

Dans la nuit de vendredi à samedi, vers 23 h., une assez forte secousse de tremblement de terre accompagnée d'un sourd gronde-ment a été ressentie à Barcelonnette. De nombreuses personnes ont été effrayées. On ne signale pas de dégâts.

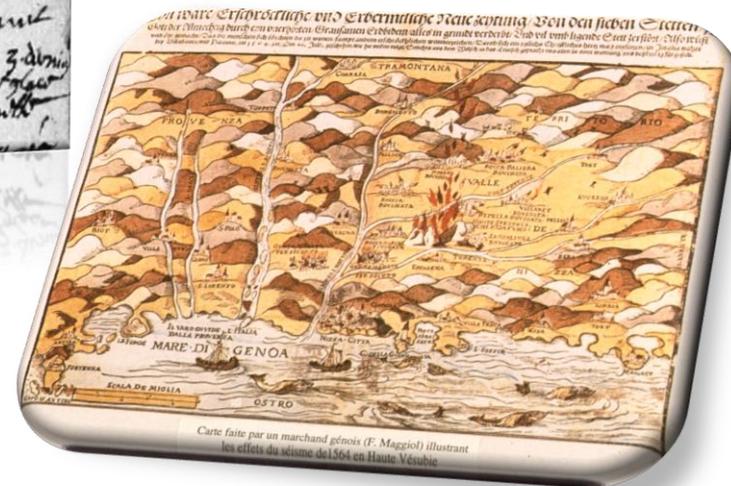
Intensité IV – V à Barcelonnette

Le 4. febv. 1697 d'ordre de luy de Bath  
age de 77. ans au Logis de Billy  
Bath son fil. Le 14. febv. 1697. le 7. may  
de febv. la nuit de samedi a plus de 20. heures  
Le 4. may 1697 d'ordre de Louis Grand  
vieux d'allain Carite, Arroy Guille, et  
de Jean Foudain, age de 70 ans. velle  
a est apperçu de l'elmy ou elle mouit  
on comence de venir au vil de 3. dim  
iour de may. et de quoy il y a de mi. de quoy  
Le 4. Avril 1697. d'ordre de luy de Bath

Le mardi 12. may 1692  
sur les deux heures de matin  
le fit un grand tremblement  
de terre qui dura peu

Ressenti à Sens-sur-Seille,  
Pas d'intensité attribuée

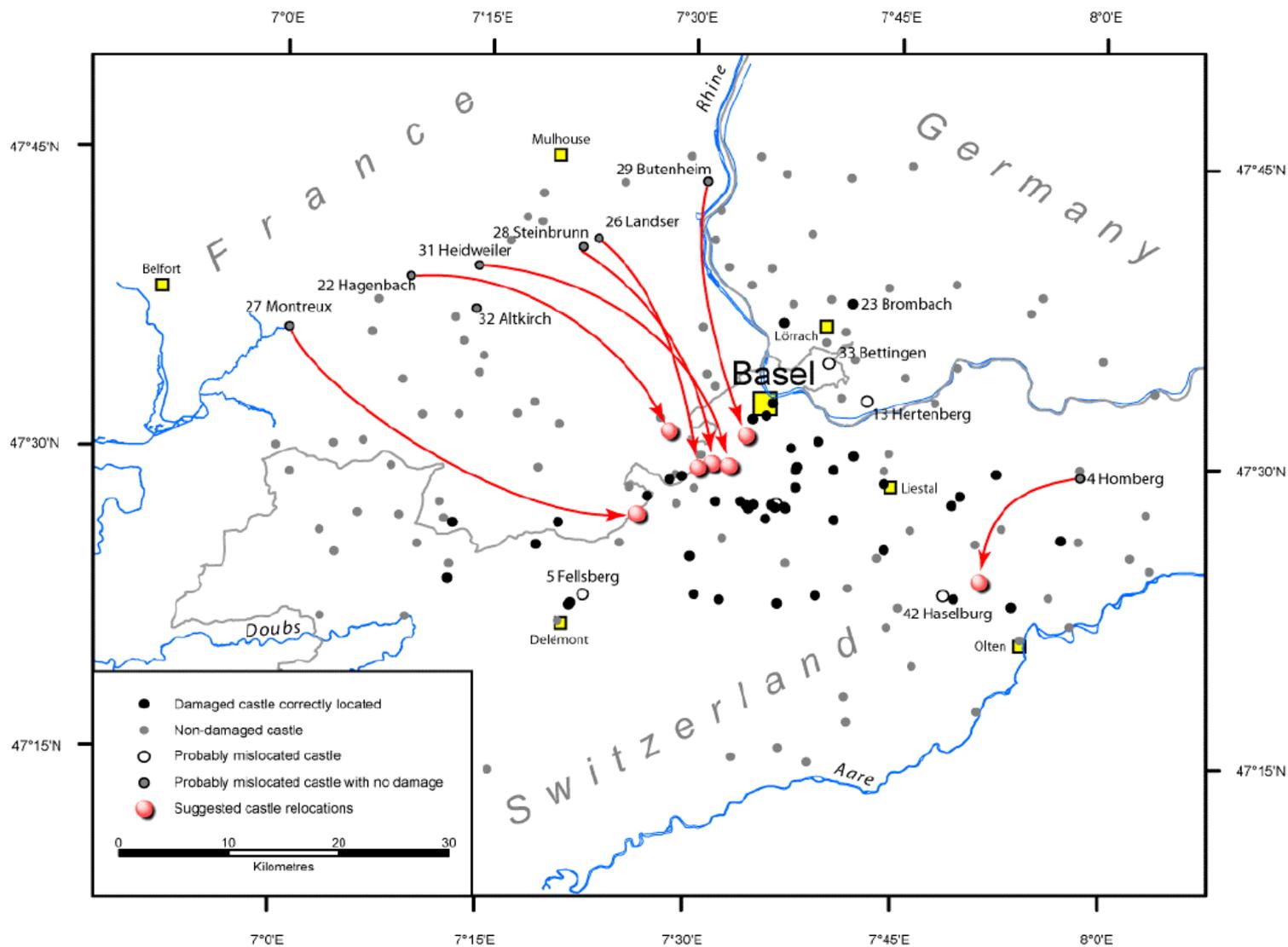
Un tremblement de terre  
à tout l'emolie  
le Pays enuy Secours  
Le Maire  
P Martin



“Reconstruire la sismicité historique: un travail de Bénédicte” – J. Lambert (BRGM)

# Origine et contenu de Sisfrance (5/8)

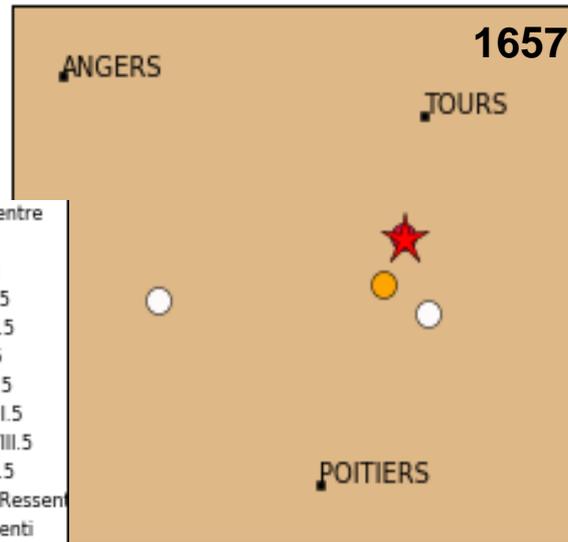
Le séisme de Bâle - Un événement intéressant mettant en lumière la difficulté de localiser les MDP a partir de documents anciens (Lambert et al., 2004)



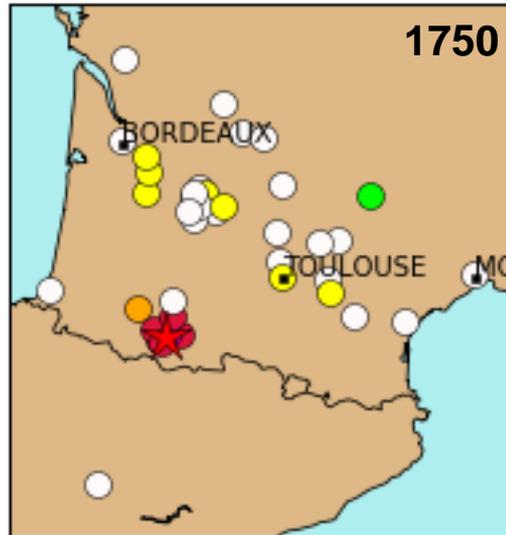
En 2017, Sisfrance contient :

- 11457 documents référencés, permettant d'établir 108700 point d'intensité (MDP); 3761 d'entre eux avec  $I \geq VI$  (dommages aux bâtiments);
- **6427 séismes (de -217 à 2008), 5743 sont localisés (3131 avec une intensité quantifiée);**

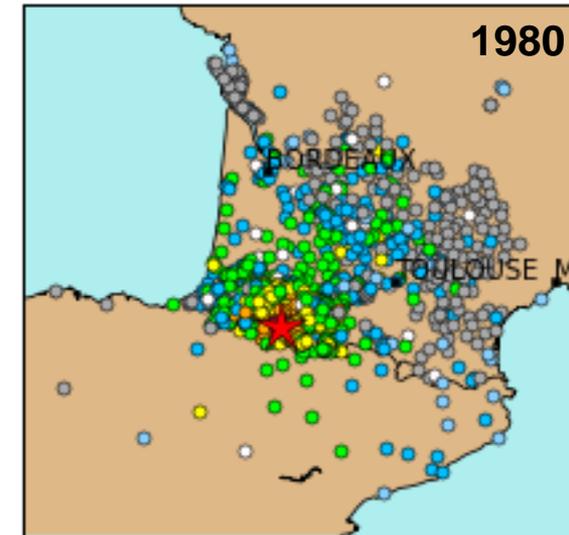
Mal connu



Assez bien connu



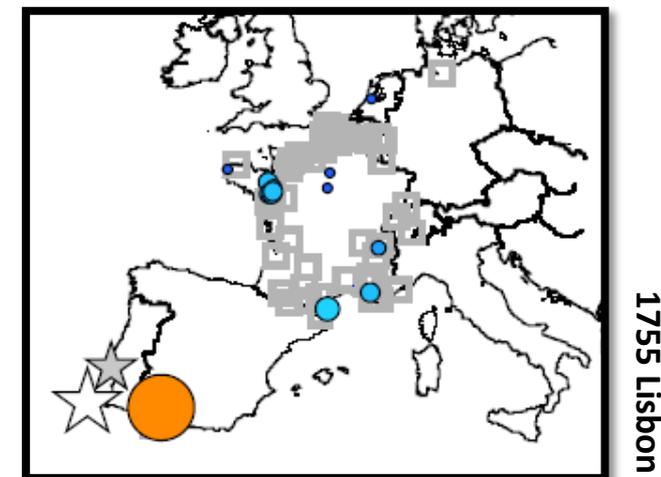
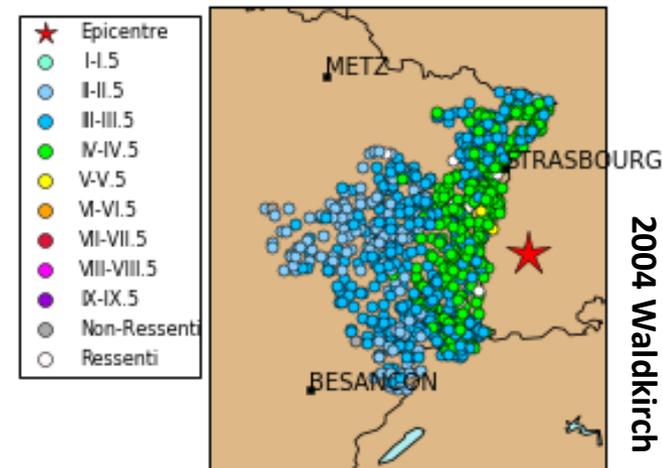
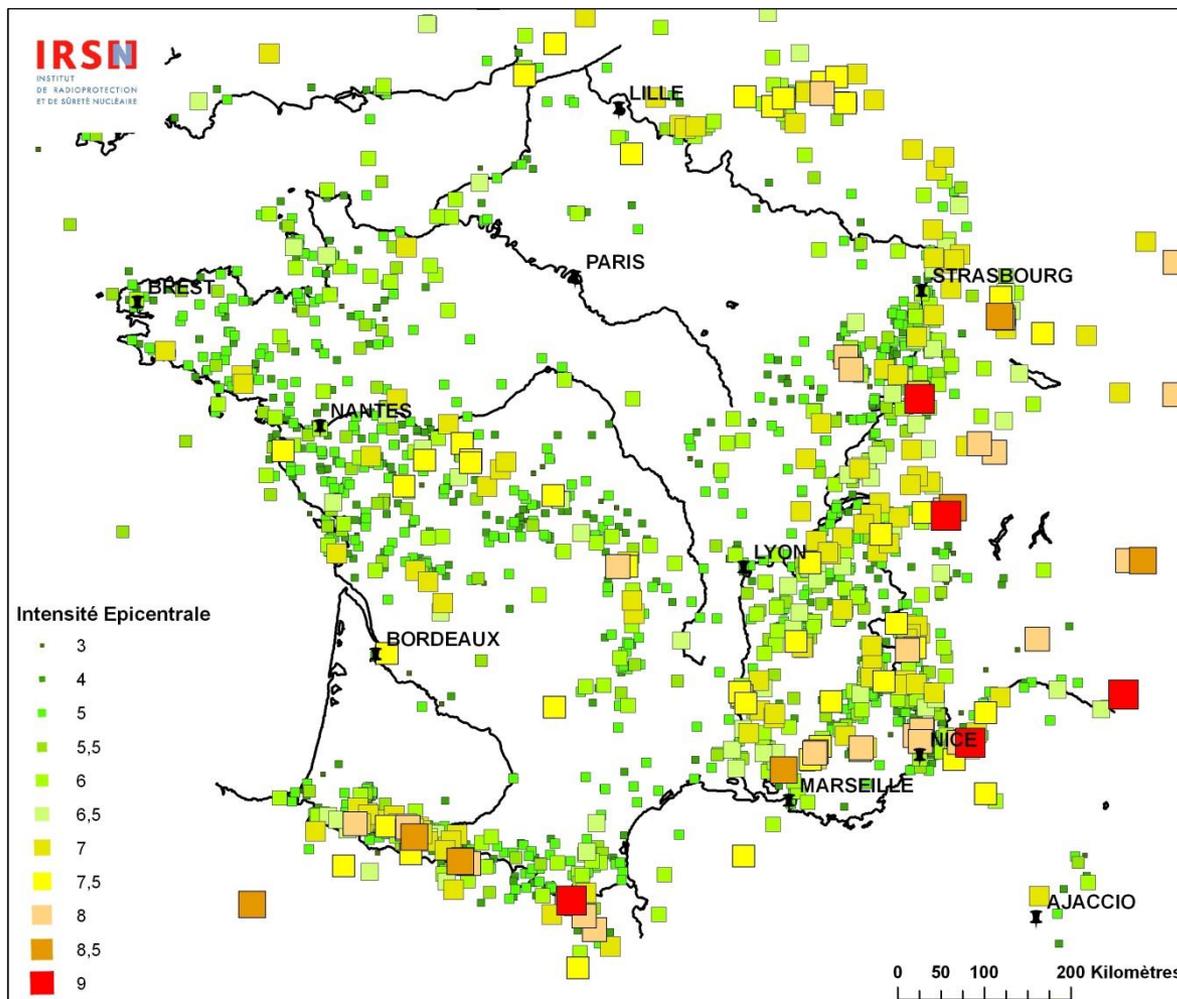
Bien connu



**Chaque MDP (localisation, valeur) et chaque événement est associé à un facteur de qualité permettant d'évaluer de manière relativement homogène l'incertitude associée aux paramètres établis**

**Les phénomènes naturels associés aux séismes (hydrologiques, gravitaires...) sont également reportés dans la base de données**

# Origine et contenu de Sisfrance (7/8)

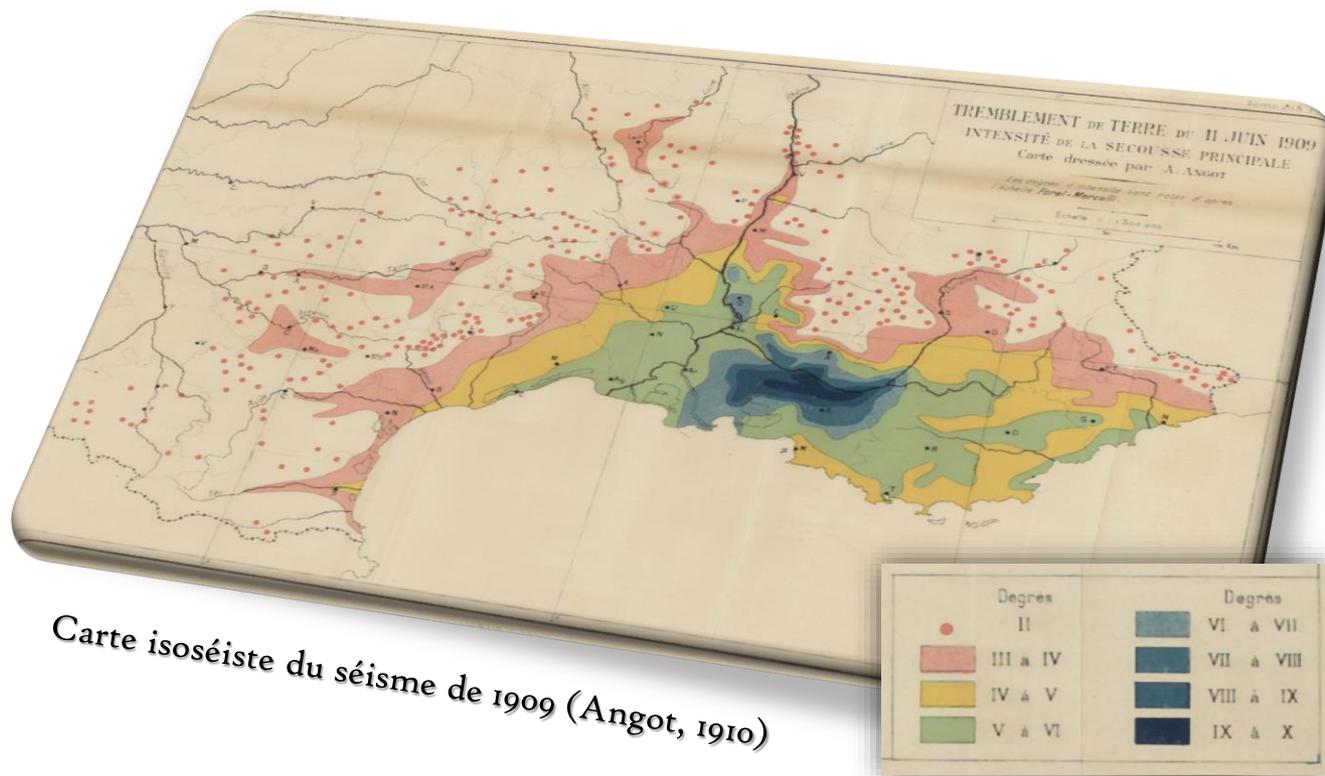


Les séismes s'intéressent peu aux frontières administratives.... Des séismes étrangers ont pu être ressentis en France et inversement. Sisfrance contient alors des données récoltées aux frontières et des données relatives aux séismes survenus ailleurs qu'en France.

↳ Les interprétations diffèrent d'un catalogue à l'autre!

En 2017, Sisfrance contient :

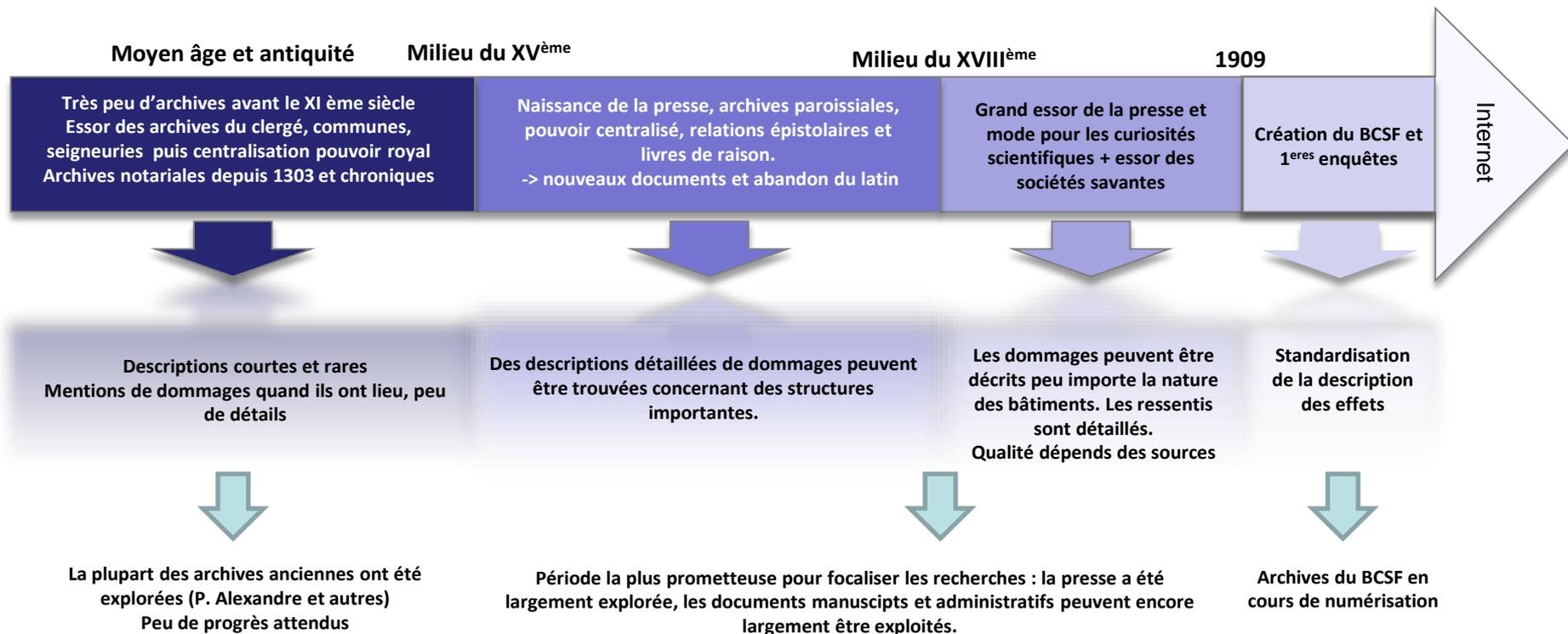
- 11457 documents référencés, permettant d'établir 108700 point d'intensité (MDP); 3761 d'entre eux avec  $I \geq VI$  (dommages aux bâtiments);
- 6427 séismes (de -217 à 2008), 5743 sont localisés (3131 avec une intensité quantifiée);
- **1021 événements contiennent assez de MDP pour produire des isoséistes, permettant de décrire spatialement les effets d'un séisme.**



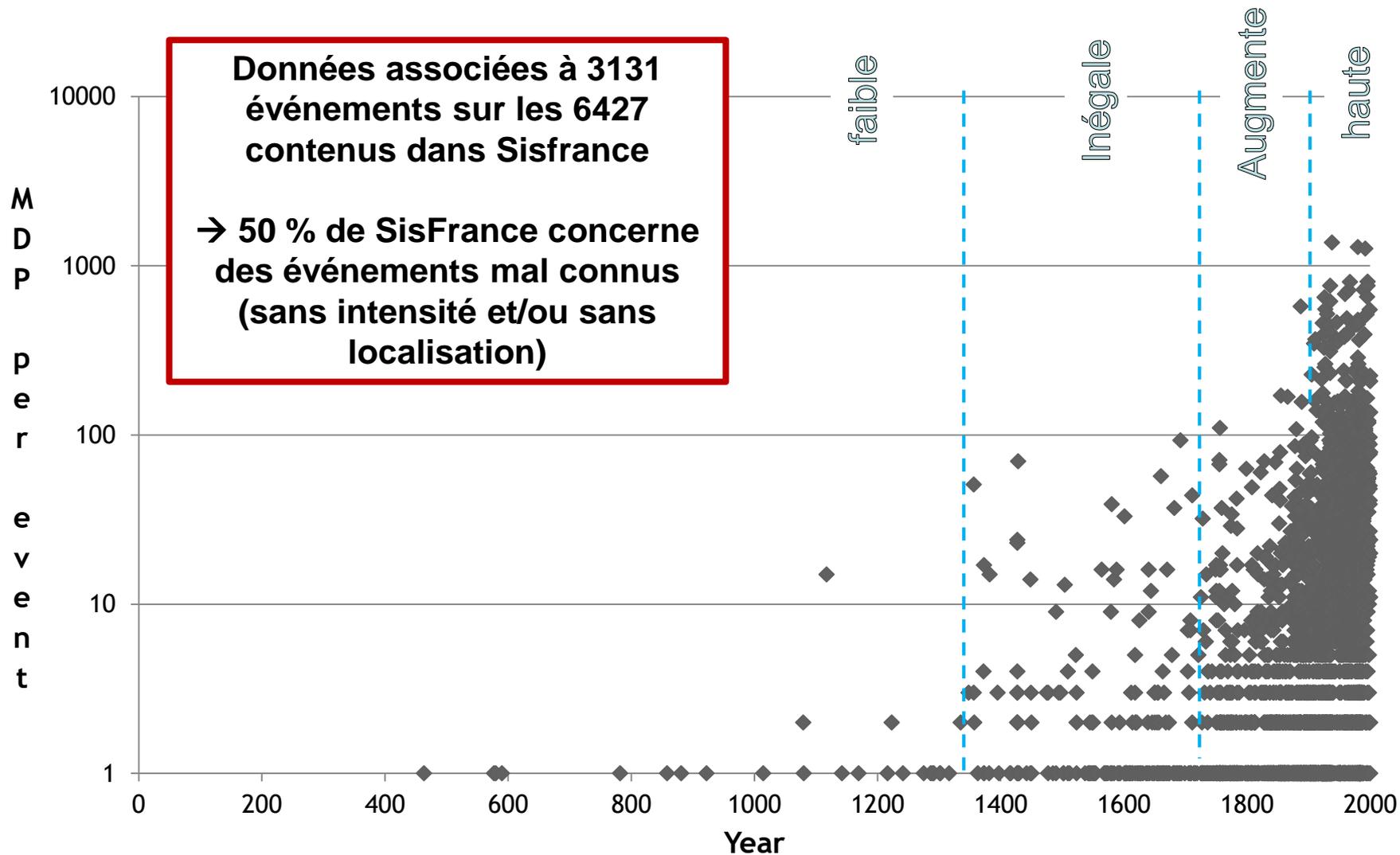
# Aspects quantitatifs et retour d'expérience

Etat de connaissance actuel, représentativité/complétude des données  
Quelles améliorations à apporter?

## Descriptions dans les archives au cours du temps



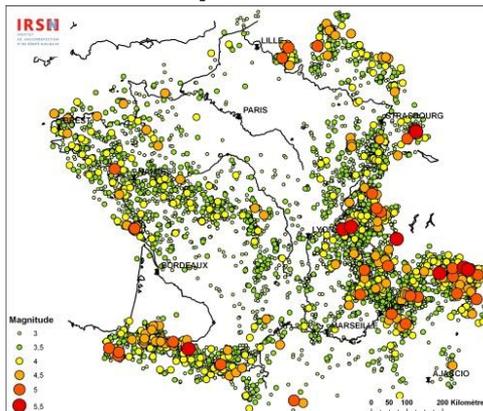
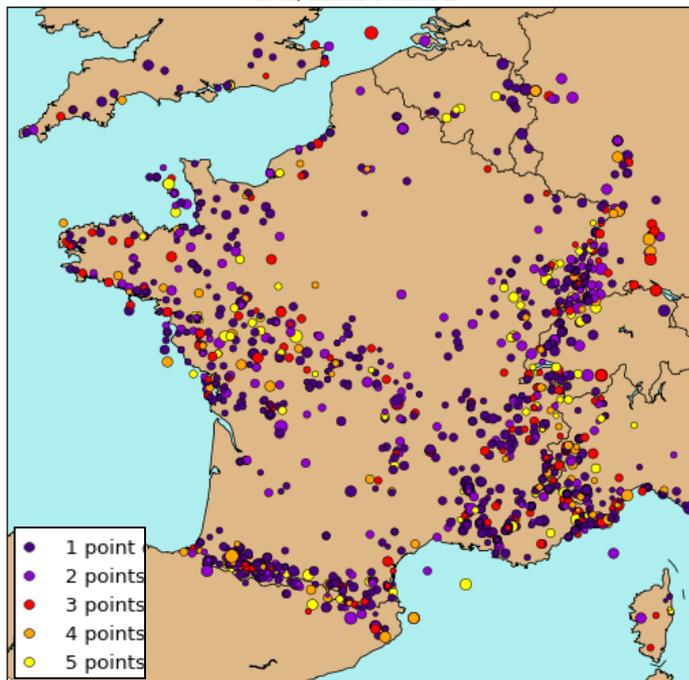
## Nombre d'observations en fonction du temps



## Quelle représentativité des données disponibles ?

Earthquakes with less than 5 MDP  
(30% of the SisFrance DB)

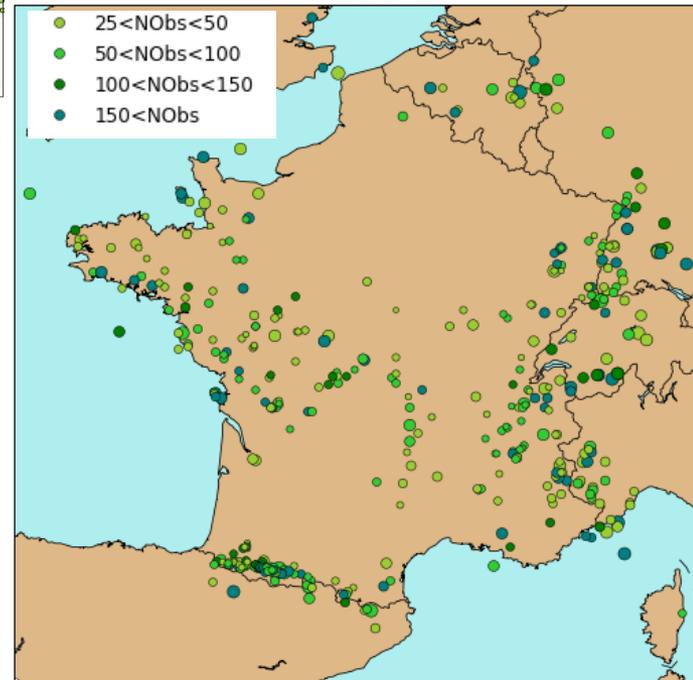
France, classes d'intensité



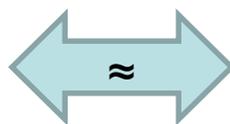
Sismicité instrumentale

Earthquakes with more than 25 MDP (less than 10% of the SisFrance DB, 571 events)

France, classes d'intensité

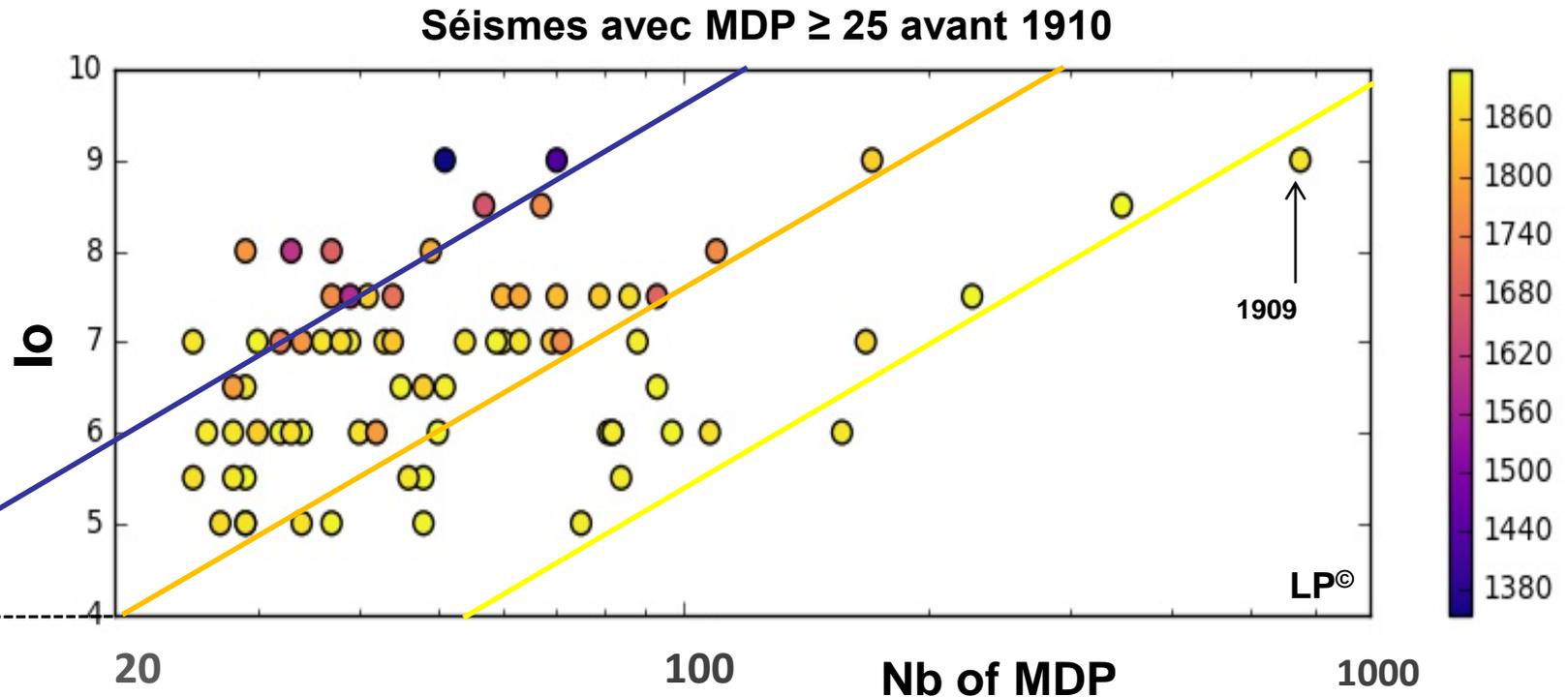


Cohérence



Spatiale

## Quelle espérance de trouver des données nouvelles (avec nos méthodes actuelles)?

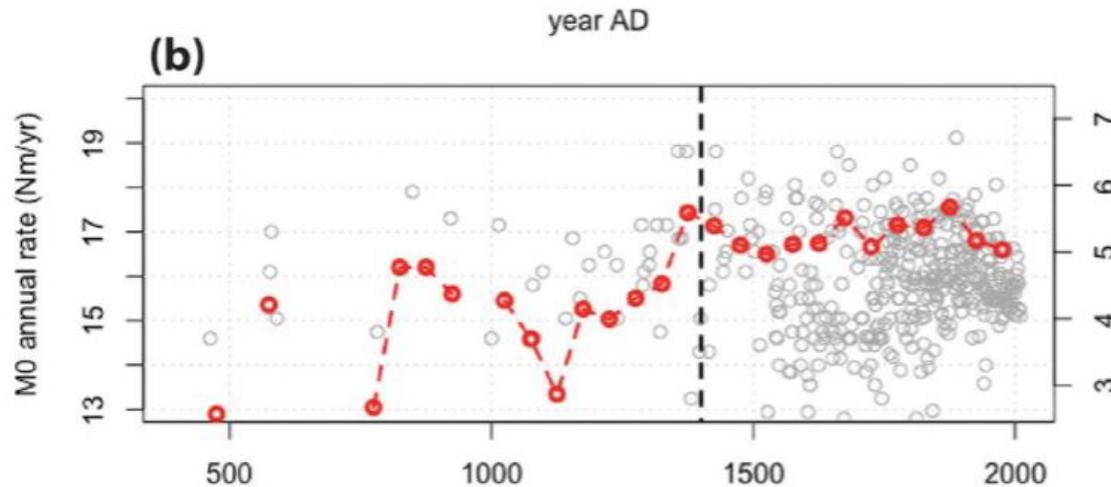


Avant 1910, seule l'information historique est disponible (pas d'enquêtes macrosimiques, sauf 1909). Ne représente que 137 séismes (63 sur le territoire, 1% de la base de données).

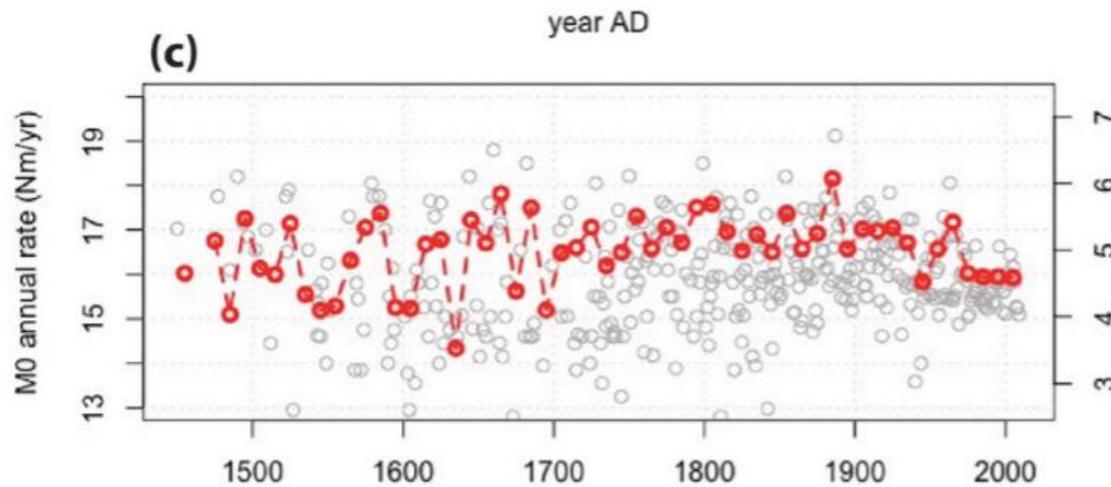
Les raisons principales sont :

- Faible récurrence des événements forts
- Difficultés de trouver des documents à mesure que l'on remonte dans le temps

## Quelle complétude de l'information (à l'échelle du pays)?



Energie libérée  
(moment sismique)  
Lissage sur 50 ans



Lissage sur 20 ans

Mazzotti et al., 2020  
Catalogue FCAT (Manchuel et al., 2017)

## A améliorer:

- Pour l'exploitation actuelle de la base et la réinterprétation des données
  - Pas de lexique établi pour différentes périodes (quelques travaux menés mais non intégrés);
  - OCR non réalisé, donc pas d'analyse statistique possible (outils disponibles pour tapuscrits, plus difficile pour les manuscrits);
  - Pas de relation entre documents et observations (handicapant pour la réinterprétation).
- Pour les recherches futures
  - Besoin de cartographier les sources qu'elles soient positives ou négatives (évaluation de la faisabilité en cours);
  - méthodes de recherches documentaires actuelles limitantes, quel futur? (Data-mining, réseaux, science participative...);
  - Documents iconographiques non intégrés;

# Conclusion

- La structure de Sisfrance était innovante lors de sa mise en place dans les années 80 (et reste aujourd'hui largement exploitable 40 ans plus tard).
- Une des bases de données les plus complète au monde, en particulier concernant les événements modérés ( $\approx 10 \leq 7$ ). Elle a servi d'exemple pour de nombreuses autres bases en Europe.
- Axes principaux d'amélioration :
  - Cartographie des sources à faire au jour le jour, difficile rétrospectivement (évaluation en cours)
  - Numérisation OCR des sources et transcriptions à faire dès le départ, difficile rétrospectivement
  - Rendre la base documentaire interrogeable pas localité et par mots-clefs (i.e. OCR)
  - Etablir le lien direct entre observations et documents (i.e. OCR)
- Besoin d'explorer de nouvelles pistes de recherches documentaires

## MERCI